



Marko Kumpulainen

# Ylläpidolliset kosteusvauriokorjaukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Rakentamisen ylempi AMK -  
tutkinto  
Korjausrakentaminen  
Opinnäytetyö

|   |   |
|---|---|
| Tekijä(t)   | Marko Kumpulainen   |
| Otsikko   | Ylläpidolliset kosteusvauriokorjaukset                        |
| Sivumäärä   | 74 sivua  |
| Tutkinto  | Insinööri (ylempi AMK)  |
| Koulutusohjelma   | Rakentamisen koulutusohjelma                                  |
| Suuntautumisvaihtoehto  | Korjausrakentaminen   |
| Ohjaaja(t)  | Jaospäällikkö Jorma Ahlstedt<br>Yliopettaja Hannu Hakkarainen |
| <p>Sisäilmaongelmat ovat merkittävä terveydellinen haitta Suomessa. Sisäilmaongelmat aiheuttavat monenlaisia sairauksia ja aiheuttavat huomattavia taloudellisia menetyksiä vuosittain.</p> <p>Rakentamista ohjaillaan monilla laeilla säädöksillä ja asetuksilla, joiden tehtävä on ohjata rakentamista. Hyvän rakennustavan noudattaminen säästää monilta ongelmilta mutta, kiinteistön käytöllä ja huollolla on myös suuri merkitys sisäilmaongelmien ehkäisyssä</p> <p>Olemassa olevaan rakennukseen suuntautuu monenlaisia sekä ulkoisia, että sisäisiä kosteusrasituksia ja näiden aiheuttamien ongelmien minimoiminen vaatii osaavaa isännöintiä ja kiinteistöhuoltoa. Rakennusfysikaalisten toimintojen ymmärtäminen on tärkeää kaikille niille tahoille, jotka vastaavat kiinteistön toimivuudesta, joko rakennusvaiheessa tai käyttövaiheessa.</p> <p>Sisäilma- ja kosteusongelmien havaitseminen mahdollisimman ajoissa on hyvin tärkeää. Tämä vaatii rakennuksen käyttäjien aktiivista raportointia ongelmista ja kiinteistöhuollon reagointia ongelmiin.</p> <p>Sisäilma- ja kosteusongelmia tutkittaessa yleensä päädytään lopputulokseen, joka johtaa rakennuksessa tapahtuvaan korjausrakentamiseen. Korjausrakentamisprosessi pitää viedä läpi järjestelmällisesti asiantuntijavoimin, jotta voidaan saavuttaa lopputulos, joka poistaa sisäilmaongelmat. Suuremmissa korjauksissa hankkeen muodostaminen on kannattavaa ja se takaa toivotun lopputuloksen.</p> <p>Rakennushankkeen laatu pitää määritellä etukäteen ja siihen pitää pyrkiä järjestelmällisesti koko rakennusprojektin ajan. Aktiivinen laadunhallinta ja laatusuunnitelmat ovat avainasemassa rakennushankkeen oikean lopputuloksen varmistamiseksi.</p> |   |
| Avainsanat  | Sisäilmaongelma, kosteusvaurio, rakentamisen laatu            |

|  |  |
|--|--|
| Author(s)  | Marko Kumpulainen  |
| Title  | Maintenance Humidity Damage Repairs                                    |
| Number of Pages  | 74 pages   |
| Degree   | Master of Civil Engineering  |
| Degree Programme   | Civil engineering  |
| Specialisation option  | Renovation   |
| Instructor(s)  | Jorma Ahlstedt, Section chief<br>Hannu Hakkarainen, Principal Lecturer |
| <p>The purpose of this project was to examine indoor air problems and how to detect and repair them.</p> <p>Indoor air problems a big health hazard in Finland and cause huge financial losses.</p> <p>Civil engineering is controlled by many laws, degrees and acts that aim to ensure good construction.</p> <p>A good way of building saves from many problems but the use of property and maintenance are also very important in preventing indoor air problems.</p> <p>Ordinary building has many threats, both internal and external that cause humidity problems. Fixing those problems is complicated and one needs to have knowledge of building physics. good maintenance and facility management of a building.</p> <p>It is important to detect indoor air problems at an early stage and that requires cooperation of both facility management and user of building.</p> <p>Fixing indoor air problems needs experts and very good planning of repairs. Quality of the building project is very important and needs systematic observation throughout the whole process.</p> |  |
| Keywords   | Indoor air problems, quality, building enterprice                      |

## Sisällys

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1    | Johdanto  | 1  |
| 2    | Miksi home- ja kosteusvaurioita pyritään estämään ja korjaamaan?  | 2  |
| 2.1  | Homeongelman laajuus Suomessa                                     | 6  |
| 2.2  | Kehitystrendit ja tulevaisuus                                     | 8  |
| 2.3  | Rakennuksen terveellisyyteen liittyvät säännökset, ohjeet ja lait | 8  |
| 3    | Home- ja kosteusvaurioiden estäminen uudisrakentamisessa          | 10 |
| 4    | Kiinteistön ylläpito  | 13 |
| 4.1  | <i>Rakennuksen kosteusrasitukset</i>                              | 14 |
| 4.2  | <i>Kiinteistön ylläpidon rooli kosteusongelmien ehkäisyssä</i>    | 16 |
| 4.3  | <i>Kiinteistön käyttäjien rooli kosteusongelmien ehkäisyssä</i>   | 18 |
| 5    | 5 Rakennusfysiikan periaatteita                                   | 20 |
| 6    | Kosteusongelmien havaitseminen                                    | 25 |
| 6.1  | <i>Tarveselvitys</i>  | 27 |
| 6.2  | <i>Lähtötilanneselvitys</i>                                       | 27 |
| 6.3  | <i>Käyttäjäkyselyt</i>  | 28 |
| 6.4  | <i>Kosteusvauriokartoitus</i>                                     | 28 |
| 6.5  | <i>Ilmanvaihdon toimintatarkastus</i>                             | 29 |
| 6.6  | <i>Kosteustekninen kuntotutkimus</i>                              | 29 |
| 6.7  | <i>Sisäilmaston kuntotutkimus</i>                                 | 30 |
| 6.8  | <i>Siivouksen taso</i>  | 31 |
| 6.9  | <i>VOC -yhdisteet</i>   | 31 |
| 6.10 | <i>Muut materiaalipäästöt</i>                                     | 31 |
| 7    | Tulosten raportointi  | 32 |
| 8    | Kosteusongelmien korjaus  | 35 |
| 9    | Kosteusvauriokorjausten suunnitteluperiaatteita ja korjaustapoja  | 54 |
| 10   | Kosteusvauriokorjausten laadun varmistaminen                      | 60 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 11 | Laatusuunnitelma  | 67 |
|    | <i>11.1 Hankkeen laatusuunnitelma</i>                       | 67 |
|    | <i>11.2 Tilaajan muistilista laadunvarmistuksen suhteen</i> | 69 |
| 12 | Yhteenveto  | 73 |
| 13 | Lähteet   | 74 |

## 1 Johdanto

Home- ja kosteusvauriot aiheutuvat useista eri syistä. On kuitenkin todennäköistä, että jossain vaiheessa on tapahtunut virheitä kiinteistön rakentamisessa, ylläpidossa tai kiinteistössä harjoitetussa toiminnassa. Usein home- ja kosteusvauriot ovat monen yksittäisen tekijän summa.

Erityisen tärkeää home- ja kosteusvaurioiden estämisessä on oikein tehty rakennushankkeen suunnittelu, rakennusaikaisen valvonnan riittävyys ja hyvän rakentamistavan noudattaminen.

Rakennuksen valmistuttua rakennuksen ylläpidosta vastaavilla on hyvin tärkeä rooli home- ja kosteusvaurioiden synnyn ehkäisemisessä sekä niiden havaitsemisessa ja korjaamisessa. Usein kuitenkin rakennuksen käyttäjä havaitsee ensimmäisenä rakennuksessa olevia ongelmia ja näiden ongelmien ilmoittaminen rakennuksen ylläpidosta vastaavalle pitää tapahtua ilman viiveitä. Rakennuksen ylläpidon reagointi käyttäjän ilmoituksiin pitää tapahtua nopeasti ja ongelmien selvittäminen pitää aloittaa heti. Ylläpito voi kuitenkin tehdä säännöllisiä tarkistuksia ongelmallisiksi tiedetyille rakenteille, kuten esimerkiksi tutkituttamalla rakennuksen katon kunnon säännöllisesti joka vuosi. Samoin vesimittarilukeman seuraaminen voi paljastaa vuodon kiinteistön vesijohdoissa. Kiinteistöhuollon oikea toiminta on erityisen tärkeää rakennuksen ongelmien torjumisessa. Jos kiinteistöhuolto ei puhdistaa säännöllisesti rakennuksen rännejä ja vesikouruja ja muutenkaan ei seuraa niiden toimintaa niin se voi johtaa mittaviin kosteusvaurioihin.

Usein ongelmaksi muodostuu se, että rakennuksen ylläpidosta vastaavalla organisaatiolla tai luonnollisella henkilöllä ei ole rakennusalan koulutusta ja tätä kautta heidän mahdollisuutensa tunnistaa ja korjata rakennuksessa olevia ongelmia on puutteellinen. Vanha tapa ottaa rakennuksen isännöitsijäksi eläkkeelle jäänyt upseeri ei ole hyvä ratkaisu puhuttaessa rakennuksen teknisen kunnon ylläpitämisestä. Myöskään kaupallisen koulutuksen saaneilla ihmisillä ei ole usein teknisiä valmiuksia ottaa vastuulleen rakennuksen rakennusteknistä valvontaa. Monet suuret organisaatiot kuten

Helsingin Kaupungin Tilakeskus ovat ratkaisseet ongelman palkkaamalla erikseen teknisiä isännöitsijöitä hoitamaan rakennuksen teknistä ylläpitoa. Tämä ratkaisu on osoittautunut toimivaksi, mutta tällöinkin pitää kiinnittää huomiota teknisten isännöitsijöiden koulutukseen ja sen ylläpitoon.

## 2 Miksi home- ja kosteusvaurioita pyritään estämään ja korjaamaan?

Rakennuksen sisäilmasto on tärkein yksittäinen rakennuksen käyttäjien hyvinvointiin ja terveyteen vaikuttava asia. Se on monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu lämpöoloista ja ilmanlaadusta. Ilman laatuun vaikuttaa keskeisesti ilmanvaihto ja ilmassa olevien epäpuhtauksien määrä. [1, s. 11.]

Ympäristössä on monenlaisia mikrobeja kuten bakteereja, viruksia ja home- ja lahottajasieniä. Mikrobeja on ihmisissä, ruoka-aineissa maaperässä, ilmassa jne. Ne ovat hyvin tärkeä osa luonnon kiertokulkua, mutta ne voivat aiheuttaa rakennuksissa monenlaisia ongelmia. [4, s. 17.] Ne voivat kulkeutua rakennuksiin ilmanvaihdon, ovien, ikkunoiden kautta sekä ihmisten mukana. Home kuuluu vaarallisimpiin sisäilmaan vaikuttavista epäpuhtauksista. Home tarvitsee kasvaakseen homeitiötä, happea, vettä ja ravintoa. Homeitiöt ovat siitepölyä hienorakeisempia ja pienen kokonsa ansiosta kulkeutuvat helposti hengitysteihin ja niiden liikkumista on vaikea torjua.

Home saa ravinteita ilmasta ja lähes kaikista kiinteistön pinnoista. Kosteusvaurioiden suurin yksittäinen haitta on se, että se tarjoaa homeelle kosteutta, jolloin home pääsee kasvamaan.

Home aiheuttaa monenlaisia terveyshaittoja kuten:

- allergioita
- väsymystä
- masennusta
- astman puhkeamista ja pahenemista.
- infektioita

- uni- ja keskittymisvaikeuksia
- monien muiden sairauksien epäillään aiheutuvan tai pahenevan homealtistuksesta. [4, s. 13.]

Homeongelmien estämisen lähtökohtana on tärkeä ymmärtää:

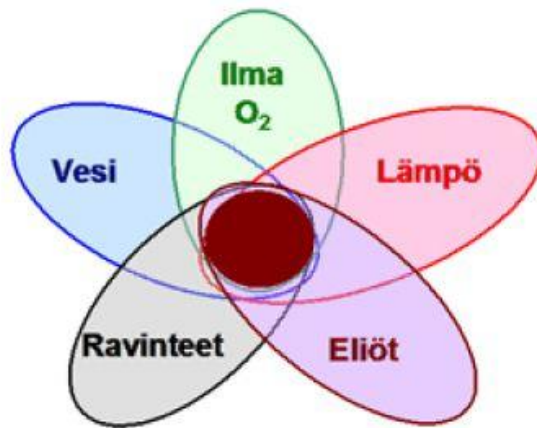
- rakennuksen kosteustekninen toiminta
- homeen ja vaurioiden syntymiseen liittyvät mekanismit

Mikrobit tarvitsevat elääkseen siis:

- lämpöä
- kosteutta
- ilmaa
- ravinteita.

Myös vaikutusajalla on tärkeä merkitys. Rakenteissa ilma ei yleensä ole rajoittava tekijä. Tärkeimmät vaikuttavat tekijät ovat siis kosteus, lämpötila ja materiaalin ominaisuudet. Kuvassa 1 on esitetty olosuhteet, joissa home voi syntyä. [4, s. 14.]





## + VAIKUTUSAIKA!

*Kuva 1. materiaalien vioittumisen kannalta kriittiset tekijät.*

Kriittinen kosteus materiaalin pinnassa saavutetaan, kun ilman suhteellinen kosteus on pitkään yli RH 75 – 100 %.

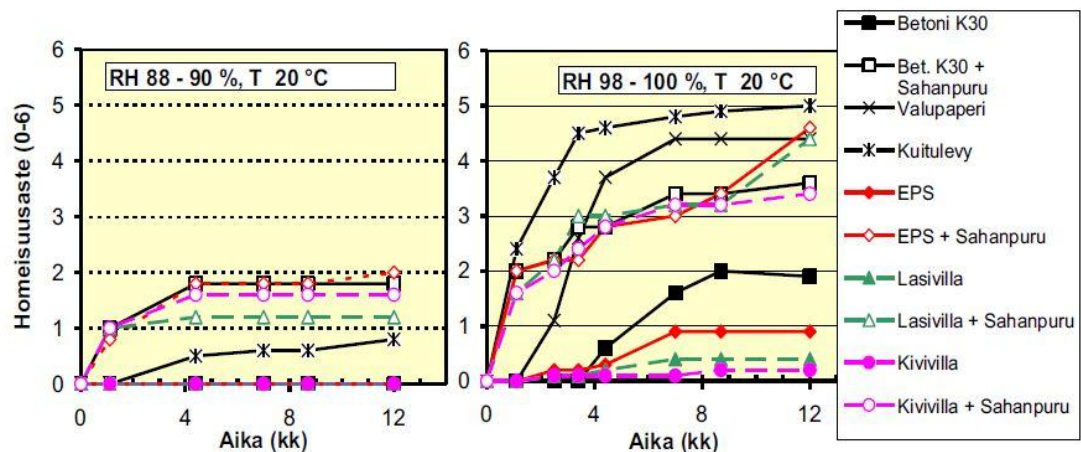
- home > RH 75 – 80 %
- laho > RH 95 %
- bakteerit > RH 95 – 99 %
- hyönteiset > RH 65 – 80 %

Orgaanisten materiaalien kuten puu kosteuspitoisuus (u % kuivapainosta )

- home > u 18 – 20 %
- laho > u 25 – 30 % [4].

Tiiviin maan tai veden sisässä pitkään olevissa materiaaleissa pieni happipitoisuus tai hapen puute rajoittavat vaurio-organismien kasvua. Näissä oloissa bakteerien toiminta on kuitenkin mahdollista. Homesienet aiheuttavat materiaaleissa värivikoja ja hajuhaittoja. Lahottajasienet voivat heikentää materiaalien lujuutta ja bakteerit voivat vioittaa materiaaleja ja aiheuttavat hajuhaittoja. [4, s.21.]

Kuvassa 2 on esitetty kaavamainen kuva erilaisten materiaalien homehtumisesta eri kosteusoloissa ajan suhteen. Tulosten mukaan kaikkien materiaalien pinnoilla voi esiintyä hometta, jos pinnalla on sopivaa orgaanista materiaalia homeiden kasvuille.



Kuva 2. Erilaisten materiaalien homehtuminen RH 88 – 90 ja 98 – 100 %:n kosteusoloissa ajan suhteen.[4, s. 22]

Vaurioselvitysten mukaan etenkin seuraavat tilat ovat hyvin alttiita kosteuden kertymiselle ja siitä johtuville home- ja lahovaurioille:

- kosteat tilat ja niihin liittyvät rakenteet
- lattiarakenteet
- seinän ala-osat
- ulkoseinät (ulkopinnat)
- kellaritilat
- vesikaton rakenteet (ullakot).

Sienille otollisissa olosuhteissa, kun RH yli 95 % ja lämpötila 20 – 40 °C, homeet voivat kasvaa silmin nähtäviksi kasvustoiksi jo muutamassa vuorokaudessa. Alle 5 °C lämpötiloissa homesienten kasvu on mahdollista, kun materiaalien pinnan suhteellinen kosteus on jatkuvasti tai pitkäaikaisesti yli 90 – 90 % RH:ta vastaava. Homesienten kasvu on yli 20 - 25 °C lämpötilassa huomattavan paljon nopeampaa kuin alemmissa lämpötiloissa. [4, s. 173.]

Käytännössä olosuhteet vaihtelevat enemmän tai vähemmän, jolloin homeen kasvulle tarvittava vaikutusaika voi vaihdella huomattavan paljon. Hometta ei ole havaittu kehittyvän alle RH 80 % vastaavissa oloissa.

Materiaalien vastustuskyky hometta vastaan vaihtelee merkittävästi. Materiaalit voidaan jaotella seuraavan kuvan 3 mukaisesti. [4, s. 174.]

| Homehtumisherkyys / kestävyysluokka |                  |  |
|-------------------------------------|------------------|--|
| suomeksi                            | englanniksi      | Materiaalit  |
| hyvin herkkä                        | very sensitive   | käsittelemätön, runsaasti ravinteita sisältävä puu                         |
| herkkä                              | sensitive        | höylätty puu, paperipintaiset tuotteet ja kalvot, puupohjaiset levyt       |
| kohtalaisen kestävä                 | medium resistant | sementtipohjaiset materiaalit, muovipohjaiset materiaalit, mineraalivillat |
| kestävä                             | resistant        | lasi- ja metallimateriaalit, tehokkaita suoja-aineita sisältävät tuotteet  |

*Kuva 3. Rakennusmateriaalien jako kestävyys ja herkkyysluokkiin homeen kasvun riskin suhteen [4, s. 174]*

## 2.1 Homeongelman laajuus Suomessa

Home- ja kosteusongelmat koskettavat lähes kaikkia rakennuksia Suomessa.

Työterveyskeskuksen tilastojen mukaan:

- vuosittain syntyy lähes 100 uutta ammattitautia
- 55 %:ssa pientaloissa on korjausta edellyttäviä kosteusvaurioita
- 45 %:ssa asuinkerrostaloissa on korjausta edellyttäviä kosteusvaurioita
- 75 %:ssa kouluissa on kosteusvaurioita. Näkyvää hometta on noin 50 % ja 25 % homeen hajua
- sairaaloissa on arvioitu olevan noin 250 – 265 miljoonan euron kosteusvaurioiden korjaustarve [4, s. 13].

Terve Talo –projektin mukaan vuositason syntyy seuraavat kulut:

- Kosteusvaurioiden korjauskustannukset yli miljardi euroa
- allergiset sairaudet viisi miljardia euroa
- huonon sisäilman aiheuttamat kustannukset sairauksina ja poissaoloina noin kolme miljoonaa euroa [4, s. 13].

Kansanterveyslaitos on tutkinut kosteusvaurioiden esiintymistä asuinrakennuksissa. Näissä tutkimuksissa kosteusvaurioiden esiintymistä on tutkittu aistinvaraisin havainnoin, ainetta rikkomattomin menetelmin sekä haastatteluin. Todennäköistä on, että osa piilossa olevista vakavistakin vaurioista on jäänyt huomaamatta ja pienet näkyvät vauriot ovat siten saaneet suhteellisesti suuremman painoarvon.[2, s 27.]

Kansanterveystyönlaitoksen tutkimusten mukaan yli puolet pientalojen vaurioiden syistä oli aiheutunut rakennusvaiheessa puutteellisen suunnittelun, virheellisten tai huolimattomien työsuoritusten tai väärin materiaalivalintojen takia.

Eri vuosikymmenten pientaloissa tyypilliset rakennusosat, joissa on esiintynyt kosteusvaurioita, ovat seuraavanlaisia:

1950-luvun pientaloissa: perusmuurin vuotaminen (50 %), vesikattovuoto (50 %), putkisto- ja laitevaurio (33 %), kellaritilojen saneeraus asuntiloiksi ilman vesieristystä.

1960-luvun pientaloissa: yläpohjien ja seinän kosteusvauriot (42 %), putki- ja viemärivuodot, alapohjan vauriot.

1970-luvun pientaloissa: yläpohjan vesivahingot (56 %), seinien kosteusvauriot (29 %), putkisto- ja ilmanvaihtokanavien vuotoja.

1980-luvun pientaloissa. ulkoseinien kosteusvauriot (42 %), ilmanvaihtokanavien ja yläpohjan vauriot (23 %), laitevauriot (25 %)

Kansanterveyslaitoksen tutkimuksissa eniten kosteuden aiheuttamia ongelmia havaittiin 1950- ja 1970-lukujen kerrostalojen asunnoissa ja vähiten 1960-luvun asunnoissa. Yleisissä tiloissa kosteusvaurioita oli lähes kaikissa rakennuksissa. Vesikattovuotoja ja

ulkoseinävaurioita havaittiin lähes joka toisessa kohteessa ja sadevesijärjestelmän aiheuttamia vaurioita lähes joka neljännessä. Maanpinnan kallistukset olivat riittämättömät rakennuksen vieressä joka toisessa kerrostalossa. Tärkeimmät vaurioiden syyt olivat rakennusaikaiset työ- ja suunnitteluvirheet, rakenteiden tekninen ikä, 1960-luvun taloissa putkivuodot ja ilmanvaihto-ongelmat, 1970-luvun taloissa eristys- ja tiivistysvauriot sekä 1980-luvuntaloissa työvirheet. [2, s. 27.]

## 2.2 Kehitystrendit ja tulevaisuus

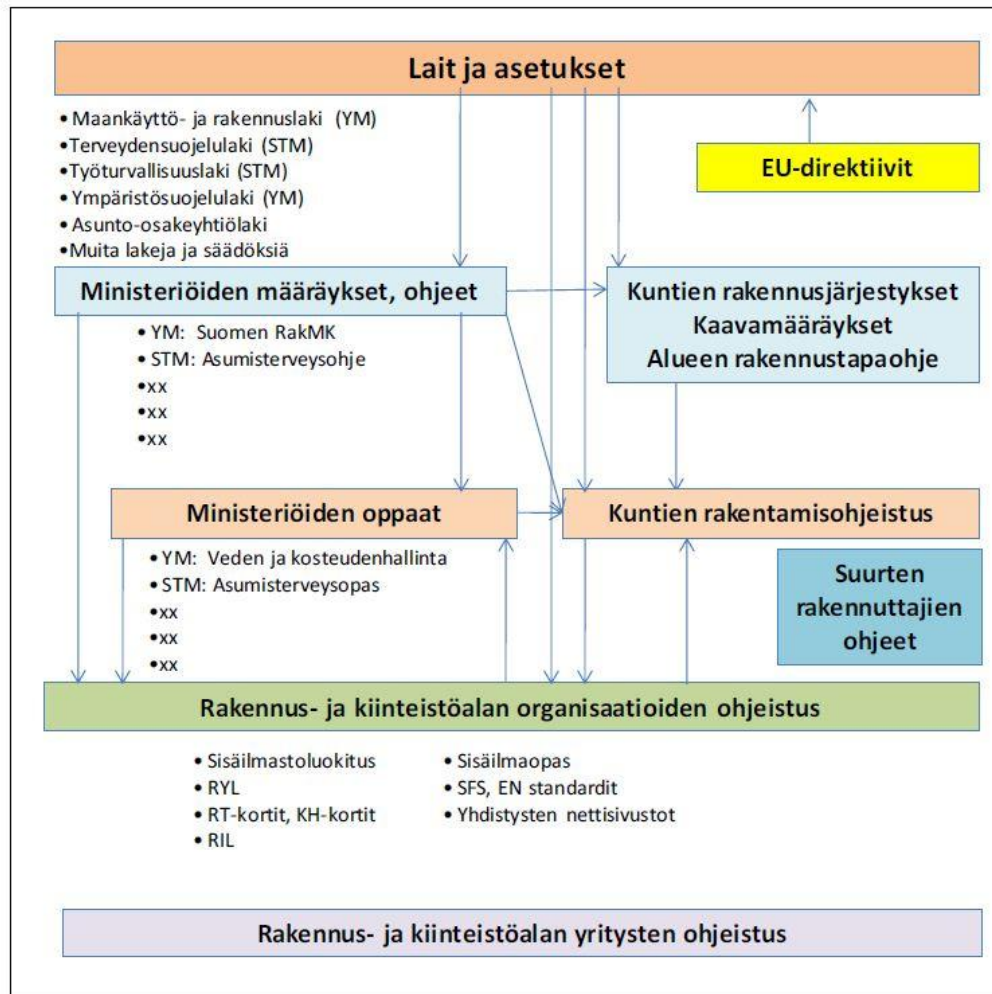
Kestävän kehityksen periaatteet ja mahdollinen ilmastonmuutos tulevat vaikuttamaan rakentamiseen ja siihen liittyvään lainsäädäntöön tulevaisuudessa.

Matalaenergiarakentaminen tulee lisääntymään tulevaisuudessa ja se tulee tuottamaan uusia riskejä rakennuksen kosteudenhallintaan. Esimerkkinä lämmöneristeiden paksuntaminen, joka huonosti suunniteltuna voi lisätä kosteusteknisiä ongelmia johtuen rakenteiden läpimenevän lämpövirran pienenemisestä. Tämän seurauksena ulkoseinän lämpötila laskee lähemmäksi ulkoilman lämpötilaa, mikä pienentää rakenteiden kuivumiskykyä. [5]. Samoin ulkotilaan tuulettuvien tilojen olosuhteet voivat muuttua. Oman haasteensa tuo myös kastepisteen siirtyminen seinän sisällä.

Energiansäästöissä puhuttaessa säästetään mielellään myös ilmanvaihdossa. Kannattaa kuitenkin huomioida, että tehoton ilmanvaihto ei välttämättä riitä poistamaan sisäilman epäpuhtauksia tarvittavassa määrin. Hyvin tiivis ulkovaippa vaatii myös hallitun korvausilmanoton.

## 2.3 Rakennuksen terveellisyyteen liittyvät säännökset, ohjeet ja lait

Rakennusten terveellisyyttä pyritään ohjaamaan laeilla, ohjeilla ja määräyksillä. Näiden muodostama kokonaisuus on esitetty kuvassa 4 [4, s. 15].



Kuva 4. Kosteudenhallintaan liittyvien lakien, ohjeiden ja määräysten muodostama kokonaisuus. [4, s. 15]

Rakentamiseen liittyvät ohjaustavat ovat seuraavanlaisia:

Eri lait, asetukset ja viranomaismääräykset kattavat hyvin laajasti terveysnäkökohtien eri näkökulmista katsoen. Rakennushankkeen ja kiinteistönpidon eri osapuolien tulee huomioida ja noudattaa näitä kaikessa toiminnassaan. Lisäksi viranomaistahot voivat ohjeilla antaa lisäohjeistusta, jotka eivät ole sitovia, mutta määrittelevät käytännön toimenpiteitä, miten lain ja asetusten sitovat määräykset voidaan saavuttaa. Koska rakentamiseen liittyvien lakien vastuutahot on jaettu eri ministeriöiden kesken, on niiden valvonta myös eri viranomaisten vastuulla.

Kuntatasolla asemakaavamääräykset luovat pohjan rakentamiseen liittyvälle ohjeistukselle. Kunnilla on lisäksi rakennusjärjestyssääntöjä ja rakennustapaohjeita, joiden noudattaminen on rakennusluvan saamisen lähtökohtana.

Monella suurella rakennuttajalla ja kiinteistönomistajalla on omat suunnittelu- toteutus- ja ylläpito-ohjeensa, joita he noudattavat omassa tuotannossaan.

Rakennus- ja kiinteistöalalla on olemassa vapaaehtoiseen käyttöön perustuva laaja suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpito-ohjeistus, jota alalla toimijat tuottavat ja ylläpitävät. Ohjeiden asema on tärkeä, koska ne antavat kattavasti ne konkreettiset ohjeet, joita käytännön rakentamisessa tarvitaan. Ohjeet tulevat hankkeessa sitovaksi, kun suunnitelma-asiakirjoissa näin määrätään.

Yritysten tuottama ohjeistus on monesti rakennushankkeen arvokas tietolähde. Yritysten tuote- ja järjestelmäohjeet ovat usein hyödyllisiä ja laadukkaita mutta käsittelevät asioita luonnollisesti omien tuotteidensa näkökulmasta katsottuna. [4, s. 16.]

### 3 Home- ja kosteusvaurioiden estäminen uudisrakentamisessa

Uudisrakentaminen poikkeaa huomattavasti korjausrakentamisesta, mutta kumpaakin myös yhdistää moni asia. Kaikessa rakentamisessa tulee aina noudattaa ns. hyvää rakentamistapaa. Tällä tarkoitetaan sitä, että rakentamisprosessissa noudatetaan voimassaolevaa rakennuslakia ja rakennusasetuksia sekä muita rakentamista ohjaavia lakeja ja Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä. [6.]

Myös suunnitteluvaihetta ja rakentamisvaihetta ohjaavat kummassakin tapauksessa samat periaatteet, joilla pyritään takaamaan tavoitellun laadun mukainen lopputulos.

On tärkeää, että rakentamishankkeeseen lähtevällä organisaatiolla on pätevä henkilökunta, joka pystyy vetämään läpi koko projektin. Toinen vaihtoehto on tietenkin ostaa tämä osaaminen jostain muualta, esimerkiksi palkkaamalla rakennuttajakonsultti hoitamaan rakennuttajan tehtäviä.

Rakennuttajan vastuulla on hyvin pitkälle se, kuinka päteviä suunnittelijoita palkataan ja sitä kautta, kuinka päteviä suunnitelmia saadaan. Rakennuttajan vastuulla on myös se, että rakennus suunnitelmaan säännösten, määräysten ja rakennusluvan mukaisesti. Rakennuttaja edustaa myös rakennuksen tulevaa käyttäjää, joten rakennuksen käyttö- ja ylläpitoonäköt tulee pitää mielessä koko rakentamisprosessin ajan.

Hyvin helposti rakennushankkeeseen ryhtyvän puolella ajatellaan määräysten vähimmäistason ohjaavan optimaaliseen ja kosteusriskittömään tulokseen. Näin hankkeen eri osapuolet eivät kiinnitä tarpeeksi huomiota asiaan, jolloin syntyy helposti virheitä. Tavoitteena pitäisi olla, että rakennuttaja määritteli jo hankesuunnitteluvaiheessa kosteudenhallinnan tavoitteita ja päämääriä, jotka ohjaavat koko rakennusprojektia. [4, s. 24.]

Rakennuttajan laadunhallintaan liittyviä erityistehtäviä on mm.

- kohteen laatutavoitteet on selkeästi määritelty ja dokumentoitu niin, että ne tulevat selväksi hankkeen kaikille osapuolille.
- suunnitteluun on varattu riittävät resurssit laatuvaatimuksiin nähden
- suunnitteluun on varattu riittävästi aikaa
- hanke organisoidaan hallitusti niin, että kaikille tarpeellisille tehtäville on osaavat tekijät ja tiedonvaihto näiden välillä toimii.
- muutosten käsittelyyn on selkeät pelisäännöt
- varmistetaan vastuullisten suunnittelijoiden pätevyys
- nimetään projektiin tarvittava määrä valvojia ja tarkastajia
- pidetään tarvittava määrä kokouksia ja dokumentoidaan ne
- luodaan tarvittavat kosteudenhallintasuunnitelmat [4, s. 24].

Hankkeeseen liittyvät kosteudenhallinnan tavoitteet ja menettelytavat tulee olla selkeästi esillä jo tarjouspyyntöasiakirjoissa. Tarjousneuvotteluissa tulee varmistaa, että tarjoaja on ymmärtänyt kyseiset asiat. Sopimuksissa pitää määritellä, miten esitettyjä menettelytapoja tullaan valvomaan ja mitä sanktioita annetaan niiden rikkomisesta. [4, s.60.]



Homeongelmattomien rakennusten suunnittelussa on hallittava rakennusfysiikan periaatteet, jotta ei suunnitella tietämättömyydestä johtuvia homeongelmaisia rakenteita. Rakenteiden kosteus- ja lämpötekkinen suunnittelu on tehtävä huolellisesti. Lämmöneriteiden paksuuntuessa ovat rakennusfysikaaliset ratkaisut tehtävä entistä huolellisemmin, koska hyvin lämmöneristettyjen rakenteiden vikasetokyky saattaa olla pienempi kuin huonommin lämmöneristetyillä rakenteilla.[4, s. 60.]

Rakennusfysikaalisessa suunnittelussa pitää kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

- höyry- ja ilmansulut suunnitellaan detaljitasolla
- rakenteiden kuivumiskykyyn pitää kiinnittää huomiota
- rakennuksen ulkopintojen pitää olla vedenkestäviä
- rakenteita ei pidä päästää kostumaan rakennusaikana
- suuri osa kosteusvaurioista johtuu sadeveden pääsystä rakenteisiin, joten julkisivun sateenpitävyys on suunniteltava oikein detaljiratkaisuin
- tuuletusrakojen toiminta pitää varmistaa
- suunnitellaan yksinkertaisia moduulimittaisia rakenteita
- kapillaarisen veden nousu pitää katkaista alusrakenteissa
- huolehditaan ryömintätilan oikeasta ja riittävästä tuulettamisesta
- huolehditaan ryömintätilojen lämmönerityksestä
- mietitään rakenteiden työmaatoteutusta
- vältetään kylmäsiltoja
- kunnollinen veden- ja kosteudeneristys sekä tiivistys kellarin seiniin ja sokkeleihin [4, s. 60].

Rakennushankkeen kosteudenhallintaprosessi on jatkuva ja tietoa keräävä prosessi, jonka perusta on rakennuttajan asettamat laatutavoitteet. Tavoitteet määritellään jo hankesuunnitteluvaiheessa ja ne tarkentuvat suunnittelun aikana. Tavoitteet sitovat ja ohjaavat suunnittelua, työmaavaihetta sekä rakennuksen käyttöä ja ylläpitoa. Prosessin tärkeänä työkaluna on kosteudenhallintasuunnitelma. Tavoitteet dokumentoidaan kosteudenhallintasuunnitelmaan ja sitä täydennetään suunnittelussa ja työmaavaiheessa. [4, s. 30.]

Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteena on:

- estää materiaalien ja tuotteiden haitallinen kastuminen
- varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen ilman aikatauluviivytyksiä
- vähentää kuivatustarvetta.

Työmaan kosteudenhallinta voidaan jakaa seuraaviin pääkohtiin

- kosteusriskien kartoitus
- kuivumisaika-arviot
- olosuhdehallinta
- kosteus- ja tiiveysmittaus suunnitelma
- organisointi, seuranta ja valvonta.

Rakentamisvaiheen aikaiseen kosteuteen voidaan vaikuttaa mm. rakennesuunnittelun ratkaisuilla, järkevällä työn suunnittelulla ja suojaustoimenpiteillä. Rakennusvaiheen aikana tehdään jatkuvaa valmistuvien rakenteiden tarkastamista ja varmistetaan, että ne vastaavat suunnitelmia. Erityistä huomiota kiinnitetään piiloon jäävien rakenteiden tarkistamiseen. Rakennusvaiheen aloituskokouksessa viimeistään sovitaan, ketkä toimivat vastuullisina rakenteiden tarkastamisessa ja ketkä suorittavat työvaihetarkastuksia. Tarkastuksen suorittavan asiantuntijan riippumattomuus tilaajaan tai valmistajaan nähdä tulee säilyä. Tarkastusten ennakkosuunnitelma tehdään riskianalyysin, työmaan aikataulun, sekä arkkitehti- ja rakennesuunnitelmien pohjalta.[4, s. 41.]

Tärkeä osa rakennusvaiheen kosteudenhallintasuunnitelmaa on rakenteiden ja rakennusmateriaalin suojaaminen ulkopuoliselta kosteudelta.

#### 4 Kiinteistön ylläpito

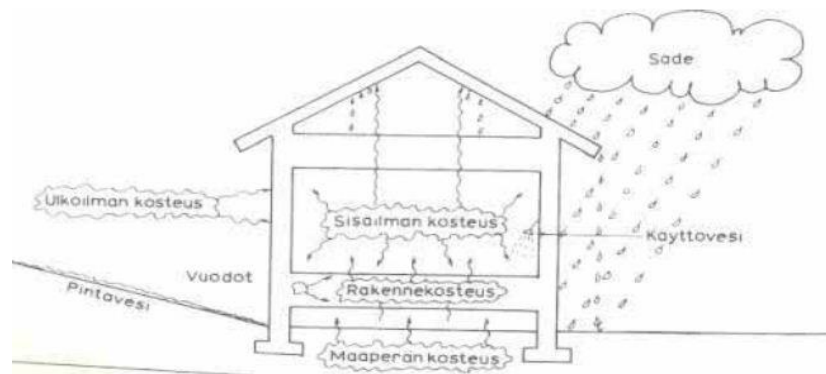
Kiinteistön ylläpidolla tarkoitetaan rakennuksen ja sen lähiympäristön pitämistä teknisesti ja taloudellisesti hyvällä tasolla huomioiden turvallisuus-, terveellisyys- ja toimivuusnäkökohdat. Kiinteistön ylläpito jaotellaan kiinteistönhoitoon ja kunnossapitoon. Kiinteistönhoito on säännöllistä toimintaa, jolla pyritään pitämään

kiinteistön olosuhteet halutulla tasolla. Se sisältää kiinteistöhuollon ja teknisten järjestelmien hoidon, viallisten kohteiden korjaamisen, siivouksen, jätehuollon ja ulkoalueiden hoidon.

Kunnossapitoa on ominaisuuksien säilyttäminen joko uusimalla tai korjaamalla vialliset ja kuluneet osat niin, että kiinteistön suhteellinen laatutaso ei olennaisesti muutu. [7]  
Koska kiinteistö on pitkäikäinen sijoitus, on kiinteistönpito jatkuvaa teknistaloudellista optimointia, jolla pyritään kiinteistön arvon säilymiseen.

#### 4.1 Rakennuksen kosteusrasitukset

Vesi ja kosteus vaikuttavat rakenteisiin sekä sisäisesti, että ulkoisesti.



Kuva 5. Rakennukseen vaikuttavat kosteusrasitukset [4, s. 18].

Ulkoiset rasitukset:

- sade, tuulen kuljettama vesi
- lumi, jää ja sulamisvesi
- ulkopuoliset pintavedet ja roiskevedet
- maaperän kosteus
- pohjavesi
- ulkoilman kosteus.

Sisäiset rasitukset:

- käyttäjät ja aktiviteetit, hikoilu, peseytyminen jne.
- roiskevesi
- mahdolliset putkistovuodot
- märkä siivous
- talotekniset laitteet, pesukoneet, ilmankostuttajat
- rakennusaikana rakenteisiin jäänyt rakennekosteus
- ilmanvaihdon/painesuhteiden vaihtelut [2, s. 19].

Kosteus ja vesi voivat tunkeutua rakenteisiin tai kerääntyä pinnoille seuraavasti:

- Rakennusvaipan raoista ja vuodoista
- ulkoilmasta rakenteisiin siirtyvä vesihöyry joko pintaan tiivistyneenä tai sitoutuneena
- pintavesien valumisesta ja maaperän kosteuden kapillaarisesta siirtymisestä.
- korkeasta pohjaveden pinnan tasosta
- sisäilman vesihöyryn siirtymisestä diffuusion vaikutuksesta rakenteisiin niiden pinnan läpi
- sisäilman vesihöyryn siirtymisestä konvektion vaikutuksesta rakenteisiin
- rakenteiden rakojen kautta ulospäin suuntautuvien ilmavirtausten mukana
- sisäpuolinen roiskevedestä sekä sisäpintoihin märissä tiloissa tiivistyneestä kosteudesta ja sen valumisesta rakojen kautta tai kapillaarisesta siirtymisestä rakenteisiin
- sisäilman vesihöyryn tiivistymisestä kylmiin pintoihin
- vesihöyryn tiivistymisestä kylmien vesijohtojen ja kanavien pintoihin ja valumisesta rakenteisiin
- vesivahingosta kuten putkivuodosta
- liian kosteasta siivoustavasta. [4, s. 19.]

#### 4.2 Kiinteistön ylläpidon rooli kosteusongelmien ehkäisyssä

Rakennus on jatkuvasti erityyppisten kosteusrasitusten kohteena. Kosteudenhallinnan kannalta oikein toimiva kiinteistönpito perustuu siihen, että:

- ymmärretään rakennuksen kosteustekninen toiminta
- ymmärretään rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien kriittiset laatutekijät
- ylläpito ja kiinteistöhuolto on organisoitu
- huolehditaan, että ne kosteusrasitukset, joihin voidaan itse vaikuttaa, pysyvät oletetuissa arvoissa
- rakenteet ja laitteet ovat toimintakunnossa ja ehjiä
- jatkuva seuranta ja tarkkailu sekä ennakoiva reagointi on järjestetty kunnolla [4, s. 111].

Kun rakennus ja sen lähiympäristö on suunniteltu ja toteutettu kosteusteknisesti ennakoitavissa oleviin kosteusrasituksiin oikein ja laadukkaasti, on rakennuksella hyvät edellytykset toimia ilman kosteus- ja homeongelmia koko elinkaarensa ajan. Väärällä tai huolimattomalla käytöllä ja ylläpidolla voidaan kuitenkin pilata hyvinkin rakennus.

Rakennusta käyttöönotettaessa kannattaa varautua siihen, että rakennushankkeesta on jäänyt virheitä ja puutteita, jotka nostavat riskiä kosteusongelmiin. Tästä johtuen rakennuksen kosteusteknisen toiminnan seuraaminen on hyvin tärkeää rakennuksen käyttöönoton jälkeen. Ylläpidon on tiedettävä ja ymmärrettävä kosteuden siirtymistavat rakenteissa sekä havaittava potentiaalisten home- ja kosteusvaurioiden merkit. [4, s. 111.]

#### *Ylläpidon kriittisiä laatutekijöitä*

On olemassa paikkoja, joissa kosteusvaurioiden riski maksimoituu ylläpidon pettämisessä.

### Rakennuksen lähiympäristön ylläpito

- Puut, pensaat ja muut vastaavat ovat pidettävä selkeästi irti rakennuksesta, koska juuret voivat tukkia salaojat ja rikkoa perustuksia.
- Julkisivun lähellä oleva viherkasvusto nostaa kosteustasoa estäen normaalin kuivumisen.
- Kasvuston orgaaninen aines voi siirtyä rakennuksen pinnalle antaen hyvän kasvualuston homeelle.
- Maanpinnan painumista tai nousua on tarkkailtava, että ei synny tilannetta, jossa pintavedet valuvat rakennukseen päin.
- Pintakerrosten muutoksissa on huomioitava niiden vaikutus pintaveden liikkeisiin. [4, s. 112.]

### Rakenneosien ylläpito

- Ulkovaipan tiiveyden ja sadeveden poistumisen varmistaminen. Erityisen Tärkeää on kattokaivojen, räystäiden, syöksytorvien ja kourujen puhtaanapito.
- Sisäpinnan tiiveyden seuranta.
- Salaojien toiminnan seuraaminen ja varmistaminen.
- Ikkunoiden ja ikkunapuitteiden toimivuuden seuranta.
- Suunnitellun tuuletuksen varmistaminen.
- Haitallisten kylmäsiltojen havaitseminen ja korjaaminen.
- Oletettua suuremman ilmankosteuden havaitseminen.

### Taloteknisten järjestelmien ylläpito

- Putkivuotojen havaitseminen ja välitön korjaaminen.
- Ilmanvaihdon oikean toiminnan seuraaminen.
- Vikojen havaitseminen ja ennakoiva huolto.

### Käyttöön liittyvät laatutekijät

- Käyttäjien valistus ja toiminnan seuranta.

- Kiinnitettävä huomiota oikeisiin käyttötapoihin ja ongelmiin reagointiin.

#### Ylläpidon omat laatutekijät

- Ylläpito on ohjelmoitu ja organisoitu tehokkaasti.
- Ennakoivaan huoltoon on panostettu.
- Ongelmiin reagoitavat on päätetty. [4, s. 113.]

#### 4.3 Kiinteistön käyttäjien rooli kosteusongelmien ehkäisyssä

Rakennuksen käytöllä on suuri merkitys sen käyttäjälle ja vaurioiden syntymiselle. Rakennus voidaan tuhota huolimattomalla käytöllä ja välinpitämättömyydellä, vaikka se olisi suunniteltu ja rakennettu oikeaoppisesti. [2, s. 99.]

Käyttäjä voi väärällä toiminnallaan aiheuttaa suurtakin vahinkoa, joten on tärkeää informoida käyttäjää heidän tehtävistään, vastuistaan ja oikeista käytötavoista. Tärkeinä työkaluina tässä toimii asukkaalle laadittu tilojen käyttöohje ja huoltokirja. Käyttäjä voi omalta osaltaan estää vakavien kosteusongelmien syntymistä olemalla valpas ja ilmoittamalla havainnoistaan kiinteistöstä vastaavalle organisaatiolle. [4, s. 124.]

Käyttäjän rooli rakennuksen käytön kosteudenhallinnassa on seuraavanlainen:

- toimia kosteuden tuottamisessa järkevästi ja rakennuksen ehdoilla
- tiedostaa kosteudenhallinnan kannalta kriittiset laatutekijät
- osallistua hänelle kuuluviin huolto- ja ylläpitotoimenpiteisiin ja noudattaa saatuja ohjeita
- ymmärtää ilmanvaihdon ja rakenneosien toimintaa pääpiirteissään
- seurata rakennuksen, rakenteiden ja laitteiden toimintaa ja havainnoida mahdollisia puutteita, vikoja yms. jotka voivat aiheuttaa ongelmia sekä ilmoittaa näistä vastaaville tahoille sovitulla tavalla. [4, s. 124.]

Tiedonkulku käyttäjän ja kiinteistön ylläpidosta vastaavan organisaation välillä on erittäin tärkeää. Usein kosteusongelma on käyttäjän toimintojen ja rakennusvirheiden

summa. On tavanomaista, että sisäilman runsas kosteus tiivistyy seinä- ja kattorakenteiden rakennusvirheistä aiheutuviin lämpövuotokohtiin. Huonosti eristetyt poistokanavat tai vesijohdot voivat aiheuttaa kondenssiveden muodostumista rakenteisiin. [4, s. 124.]

Asukas voi myös edesauttaa kosteusvaurion ja homeen aikaansaamisessa seuraavissa asioissa.

- vesivahingoista tai vesikalusteiden vuodoista ei ilmoiteta eteenpäin
- kylpyhuoneen lattiasaumamat ovat auki ja niistä ei ilmoiteta
- kylpyhuoneen ilmastointiventtiili on suljettu
- lattioita ei kuivata suihkussa käynnin jälkeen
- sauna kuivatetaan käytön jälkeen muihin tiloihin
- tuloilmaventtiilit tukitaan
- märkätiloissa säilytetään homehtuvaa materiaalia. [4, s. 124.]

Märkätilat ja niiden rakenteet muodostavat hyvin suuren kosteusvaurioriskin, koska kosteusrasitus näissä tiloissa on poikkeuksellisen suuri. Seinä- ja lattiarakenteiden vesieristeiden tulee estää veden ja kosteuden tunkeutumista rakenteisiin täydellisesti. Kosteusvahinkojen riski kuitenkin pienenee, jos rakenteet on tehty oikein ja tila pääsee tuulettumaan aina käytön jälkeen. Koneellinen poisto on syytä säätää lisäteholle tällaisissa tiloissa kunnes ylimääräinen kosteus on poistunut. Kuivumista voi edistää esim. pitämällä kiuasta päällä jonkin aikaa saunomisen jälkeen ja kuivaamalla lattiat lastalla. Rakenteita ja tiloja on tarkkailtava säännöllisesti ja on huolehdittava tilojen siisteydestä, jotta homeelle ei löydy otollista kasvualustaa. [4, s. 127.]

Suuri osa rakennuksissa tapahtuvista vahingoista liittyy veteen. Viemärit tukkeutuvat, vesihanat jäävät auki, letkut irtoavat. Siksi tilojen käyttäjien kannattaa olla huolellisia ja noudattaa seuraavia periaatteita:

- ei saa huuhtoa viemäriin sellaisia aineksia, jotka eivät pehmene vedessä
- pyykin/astianpesukoneiden tiivisteet ja letkut on tarkistettava säännöllisesti
- vesihana on suljettava, jos konetta ei käytä
- vesilukot ja lattiakaivot puhdistettava säännöllisesti



- pyykkejä ei kannata kuivata sisätiloissa pois lukien märkätilat tai erilliset kuivatustilat. [4, s. 124.]

Varsinaisen asumisen vaikutukset sisäilmaan ovat hyvin monenlaisia. Esimerkiksi sisäilman liiallinen kostuttaminen voi edesauttaa homeen kasvua. Huoneilman pölyisyys voi saada aikaan sen, että kosteus voi tarttua erilaisille pinnoille ja alkaa muodostaa hometta. Liiallinen kosteus voi tiivistyä talvella kylmään ikkunalasiin, josta se voi valua ikkunan sisäpokaan, johon voi alkaa muodostua hometta. [4, s. 128.]

Oikeanlainen ja säännöllinen siivous luo perusteet hyvälle sisäilmalle. Liiallinen pöly sisäilmassa voi aiheuttaa samanlaisia oireita kuin home. Pölyisyys yhdessä liiallisen sisäilmankosteuden kanssa muodostaa ison riskin homeelle. Siivouksen yhteydessä pitää huolehtia siitä, että kaikki pinnat pyyhitään puhtaaksi pölystä. Esimerkiksi hyllyjen yläpinnoille jäävä pöly voi levitä koneellisen ilmanvaihdon seurauksena sisäilmaan. Liiallinen veden käyttö siivouksen yhteydessä on myös suuri kosteusvaurioriski. Siivousvesi voi tunkeutua rakojen ja halkeamien kautta rakenteisiin, joista se ei pääse kuivumaan. Liika siivousvesi voi huonossa tapauksessa mädättää puurakenteita kuten puuovia. Materiaalien siivousohjeita pitää noudattaa ehdottomasti. [4, s. 128.]

## 5 Rakennusfysiikan periaatteita

Rakennusfysikaalisella toiminnalla tarkoitetaan, miten kosteus (vesi, vesihöyry), ääni, ilma ja lämpö liikkuvat rakennuksessa ja rakenteissa luonnonlakeja noudattaen. Rakennesuunnittelun tehtävä on yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa suunniteltava rakennus kosteutta kestäväksi ja kosteusvarmaksi. Rakennuksen tulee toimia niin, että siellä vallitsee aina ihmisen kannalta terveellinen ja miellyttävä tasapaino lämpötilan, ilmanvaihdon ja ilmankosteuden välillä. Rakennuksen tekninen tarkoitus on tuottaa rakennuksen sisällä tapahtuvalle toiminnalle lämpö-, sää-, melu- ja näkösuoja. [4, s. 17.]

Rakennuksen kosteusongelmista puhuttaessa on tärkeää ymmärtää seuraavia rakennusfysiikan periaatteita:

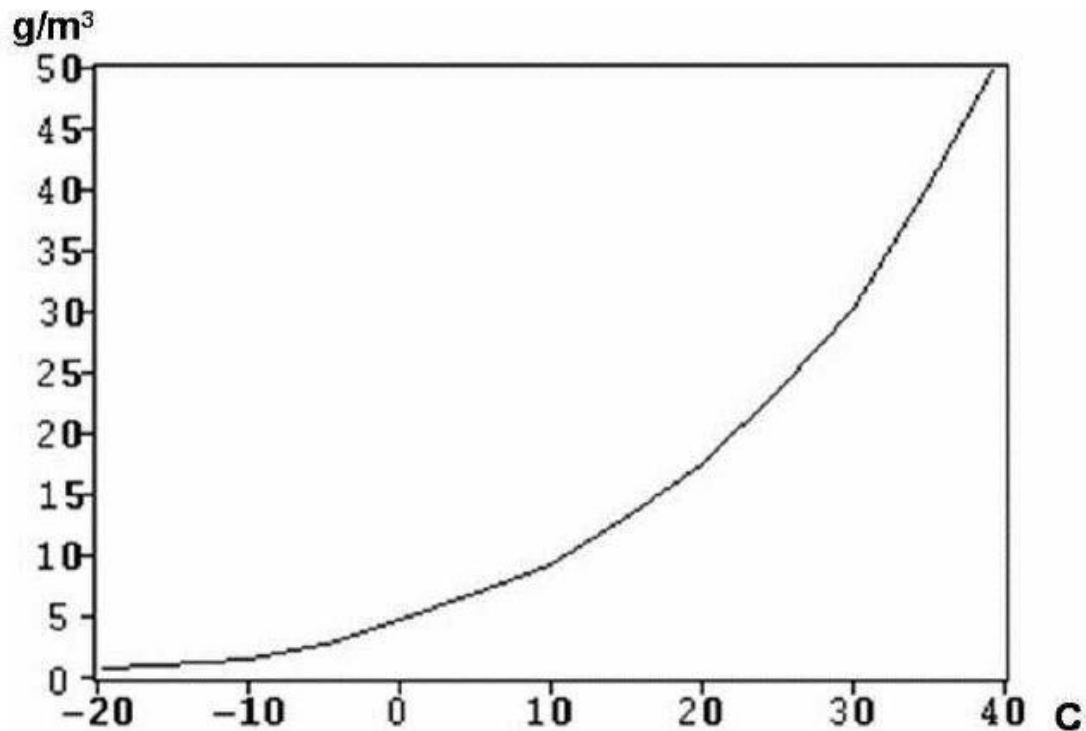
- ilman kosteuden määritelmät
- materiaalien kosteuskäyttäytyminen.

Ilmassa olevan vesihöyryn määrä ilmoitetaan joko absoluuttisena kosteutena ( $\text{g/m}^3$ ) tai suhteellisenä kosteutena RH (%). Absoluuttinen kosteus tarkoittaa vesihöyryn absoluuttista kosteutta kuutiometrissä ilmaa ja suhteellinen kosteus on ilman vesihöyrypitoisuuden suhde ( $\text{g/m}^3$ ) ilman kyllästymiskosteuteen ( $\text{g/m}^3$ ). [2, s. 20.]

Suhteellisen kosteuden saavuttaessa arvon 100 % alkaa kosteuden tiivistyminen. Kylmä ilma pystyy sitomaan vähemmän kosteutta kuin lämmin ilma eli kylmän ilman vesipitoisuus on pieni. Tämä tarkoittaa, että vaikka ilman suhteellisen kosteuden arvo eri lämpötiloissa olisi sama, ei ilmassa oleva vesihöyryn määrä ole yhtä suuri. Kun ilma lämpenee, eikä sen kosteuspitoisuus muutu, niin ilman suhteellinen kosteus laskee. Kun ilma jäähtyy, eikä sen kosteuspitoisuus muutu, niin ilman suhteellinen kosteus kasvaa. Kastepiste on lämpötila, jossa kosteuden tiivistyminen alkaa, eli RH on sata. [s, s. 21.]

Kosteus tiivistyy materiaalin pinnalle, kun materiaalin lämpötila alittaa kastepistelämpötilan eli lämpötilan, jossa ilma sisältää kyllästymiskosteuden verran vesihöyryä eli sen  $\text{RH}=100$ .

Vesihöyryn kyllästyskosteus  $V_k$  on suurin mahdollinen ilman sisältämä kosteusmäärä ( $\text{g/m}^3$ ) kussakin lämpötilassa. Kun  $\text{RH}=100$ , alkaa tiivistyminen. Kyllästyskosteus riippuu ilman lämpötilasta. [2, s. 20.]



Kuva 6 Kyllästyskosteus eri lämpötiloissa [4, s. 64]

Esimerkiksi, kun huoneessa on lämmintä 22 °C ja ilmassa on kosteutta 10 g/m<sup>3</sup>, kuvasta 6 saadaan kyllästyspitoisuus 20 g/m<sup>3</sup>. Sisäilman suhteellinen kosteus on tällöin  $RH = 10 \text{ g/m}^3 / 20 \text{ g/m}^3 \times 100 = 50 \%$ . Vastaavasti sisäilman suhteellisen kosteuden RH ollessa 50 % ja lämpötilan ollessa 25 °C saadaan kuvasta ilman kosteussisällöksi  $v = 0.5 \times 25 = 12.5 \text{ g/m}^3$ . [4, s. 64.]

Vesihöyryn osapaine  $p$  (Pa) on toinen tapa ilmoittaa ilman sisältämän vesihöyryn määrä. Osapaine voi tietyssä lämpötilassa olla korkeintaan kyllästymispaineen  $p_k$  suuruinen. Kyllästymispaine kasvaa lämpötilan kohotessa ja jokaista lämpötilaa vastaa lämpötila, jota kylmemmäksi kosteutta sisältävä ilma ei voi jäähtyä ilman, että kosteus alkaa tiivistyä.

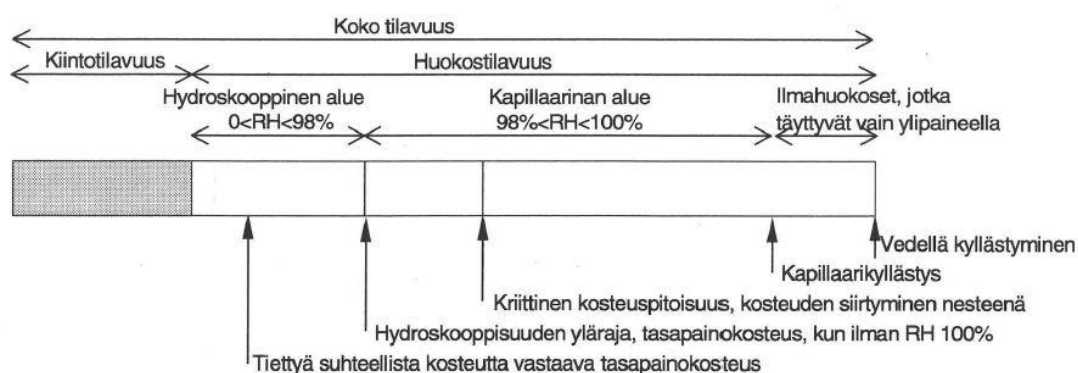
Materiaaleissa olevan kosteuden määrä voidaan ilmoittaa

- materiaalien suhteellisenä kosteutena RH (%)
- absoluuttisena kosteuspitoisuutena  $w$  painona tilavuudessa (kg/m<sup>3</sup>)
- vesipitoisuutena  $u$  kuivapainosta (paino %)

- paineprosenttina kokonaispainosta
- tilavuusprosentteina. [4, s. 65.]

Huokoiset materiaalit sitovat kosteutta ilmasta ja luovuttavat sitä ilmaan eli ne ovat hygroskooppisia. Hygroskooppinen tasapainokosteus saavutetaan, kun aineen kosteuspitoisuus on tasapainossa ympäröivän ilman kosteuden kanssa. Se on riippuvainen lämpötilasta, materiaalista, ympäristön suhteellisesta kosteudesta ja siitä, onko kyseessä kuivuminen eli desorptio vai kastuminen eli adsorptio. Kosteuspitoisuuden ja ilman suhteellisen kosteuden RH (%) suhde on hyvin erilainen eri materiaaleilla ja tuoteryhmillä. Normaaleissa käyttöolosuhteissa materiaalin kosteus pysyy hygroskooppisella alueella ja riippuu pääasiassa ympäristön suhteellisesta kosteudesta. Ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden ollessa 100 % aineen huokosissa oleva suhteellinen kosteus jää alle 98 % joka on hygroskooppisen kosteuden yläraja. [2, s. 20.]

Materiaalin kastuessa niiden kapillaarihuokoset täyttyvät vedellä. Tällöin aineen huokosissa olevan ilman suhteellinen kosteus on välillä 98–100 % ja kosteus on sitoutunut aineen huokosiin kapillaarisesti. Tällöin aineen kosteuspitoisuutta ei pystytä määrittelemään suhteellista kosteutta mittaamalla. Kapillaarinen tasapainokosteus saavutetaan, kun veteen kosketuksissa olevaan materiaaliin ei enää pysty imeytymään lisää vettä. Huokoisten materiaalien kosteuspitoisuus voi siis kosteusvauriutilanteissa olla huomattavasti suurempi kuin ilman 100 % RH:ta vastaava tasapainokosteus.



Kuva 7 huokoisten materiaalien huokosjakautuma ja kastuminen [2, s. 21]

Vesihöyry ja kosteus siirtyvät pääasiassa seuraavien ilmiöiden vaikutuksesta:

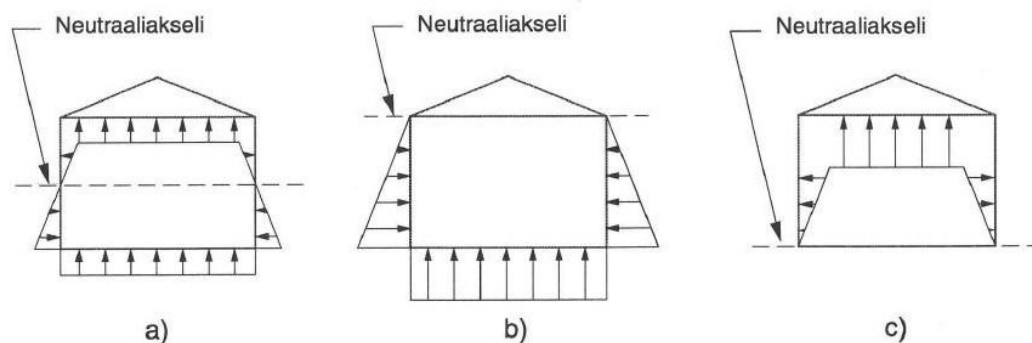
Konventio eli vesihöyryn kulkeutuminen virtaavan ilman mukana. Ilmavirtaukset kulkevat rakojen tai reikien kautta sekä ilmaa läpäisevien materiaalien läpi. Konventiolla voi siirtyä paikallisesti merkittävästi enemmän kosteutta kuin diffuusiolla. Konvektion suuruuteen vaikuttavat rakenteen ilmatiiviys ja sen yli vallitseva ilmanpaine-ero.

Diffuusio eli vesihöyryn kulkeutuminen suuremmasta vesihöyryn osapaineesta pienempään. Vesihöyryn osapaine riippuu ilmassa olevan kosteuden absoluuttisesta määrästä ( $\text{g/m}^3$ ). Diffuusio tapahtuu Suomen oloissa talvella sisältä ulospäin.

Kapillaarinen kosteuden imeytyminen eli vedenpinnan nousu kapillaarivoimien vaikutuksesta pienihuukoissa tai rakeisissa materiaaleissa. Kapillaarinen nousukorkeus on sitä suurempi ja nousunopeus pienempi mitä hienojakoisempaa materiaali on.

Painovoima, ilmanpaine-ero, tuuli, vesipisaroiden liike-energia sekä pintajännitys kuljettavat vetenä olevaa kosteutta. Lisäksi rakenteeseen voi kulkeutua lunta ilmavirtausten mukana. [2. s, 21.]

Rakenteiden yli vallitsevaan ilmanpaine-eroon vaikuttavat ilmanvaihto, tuuli, lämpötilaerot, ilmanpaine ja rakennuksen tiiviyssuhteet. Tuuli voi aiheuttaa hetkellisesti suuria paine-eroja. Ns. savupiippuefekti syntyy, kun huoneilman lämmitessä sen tiheys pienenee ja lämmennyt ilma nousee ylöspäin. Tällöin huoneen yläosaan muodostuu ylipainetta ja alaosaan alipainetta. Rakennuksen alipaine pyrkii imemään korvausilmaa ulkoa. Rakenteiden läpi sisäänpäin virtaava ilma pystyy kuivattamaan rakenteita, koska ilman lämmitessä sen suhteellinen kosteus pienenee. Rakennuksen ylipaineella on vastakkainen eli rakenteita kostuttava vaikutus. Toisaalta liiallinen alipaine ja korvausilman tulo rakenteiden läpi lisää mahdollisten mikrobien ja muiden epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteista sisäilmaan. [2, s.21.]



Kuva 8, Savupiippuvaikutus. a) vaipan epätiiviyydet tasaisesti jakaantuneet. b) epätiiviyydet rakennuksen yläosassa c) epätiiviyydet rakennuksen ala-osassa [2, s. 22].

Vesi poistuu rakenteista haihtumalla. Jos vesihöyrypitoisuus materiaalin rajapinnan lähellä ilmassa on lähellä kyllästystilaa, haihtumista ei tapahdu ja materiaali ei pääse kuivumaan. Vesi imeytyy kapillaarisesti materiaaleihin huomattavasti suuremmalla nopeudella kuin se poistuu haihtumalla. Rakenteen kuivumisessa voidaan erottaa kaksi vaihetta:

Ensimmäisen vaiheen aikana materiaalin pinta pysyy märkänä ja kuivuminen tapahtuu haihtumalla materiaalin pinnasta. Kuivumisnopeus pysyy vakiona ja tässä vaiheessa kuivuminen on nopeaa. Ensimmäinen vaihe päättyy silloin, kun saavutetaan kriittinen kosteuspitoisuus. Materiaaleilla, joilla on suuri kapillaarinen imu, kuten punatiili tai kevytbetoni, pinta säilyy kosteana hyvin pitkään.

Toisen vaiheen aikana kuivuminen hidastuu jatkuvasti kostean rintaman siirtyessä vähitellen yhä kauemmaksi materiaalin sisälle. Vesihöyry joutuu näin kulkemaan yhä pidemmän matkan rakennusaineen sisältä rakenteen pinnalle, josta se haihtuu. Materiaalin sisällä kosteuden siirtyminen tapahtuu pääasiassa diffuusiolla. Betoni kuivuu lähes yksinomaan tämän vaiheen mukaisesti. [2, s. 22.]

## 6 Kosteusongelmien havaitseminen

Rakennuksessa tehtävien kartoitusten, tutkimusten ja tarkastusten ensisijaisena tarkoituksena on osoittaa sisäilmaongelmien mekanismit ja määrittää korjauksen suunnittelun lähtötiedot. Usein kosteus- ja homeongelmien havaitseminen tapahtuu rakennuksen käyttäjien toimesta. Käyttäjät raportoivat hyvinkin epämääräisistä oireista

kuten nuhasta, päänsärystä tai vastaavasta. Joskus ongelmat voivat olla hyvinkin selviä, kuten putkivuoto ja sen korjaaminen. Epämääräisten oireilujen lähteiden selvittäminen on hankalaa puuhaa, joka voi vaatia monenlaisten asiantuntijoiden apua. Sisäilmaongelmista kärsivien rakennusten kunnon arvioinnin aloittaessa ei yleensä osata vielä arvioida tarvittavia tutkimuksia eikä tutkimuksien kustannuksia. Tutkimuksia tekevän henkilön pitää pystyä selvittämään tilojen rakenteet, materiaalit sekä rakennekokonaisuuksien rakennusfysikaaliset toimintatavat, jotta hän osaa kohdistaa tutkimukset oikein. Mikäli tutkittavana on ollut liian suppea tai kokonaan väärä alue, joudutaan korjausten aikana tekemään uusia tutkimuksia ja vastaavasti muutoksia korjaussuunnitelmiin. [1, s. 18.]

Yhdessä nämä kaikki muodostavat kokonaisuuden, jota kutsutaan rakennuksen kuntotutkimukseksi. Tarvittavien tutkimusten laajuus ja perusteellisuus riippuu kuntotutkimuksen lähtökohdista. Kuntotutkimuksessa ei pidä tyytyä ensimmäiseen löytyvään vikaan tai vaurioon, vaan tutkimus olisi vietävä systemaattisesti loppuun saakka koko kiinteistön osalta. Rakennusta tulisi käsitellä aina kokonaisuutena, koska kosteusvaurioiden syyt voivat olla hyvinkin kaukana vaurioituneesta rakenteesta. [2, s. 74.]

### *Sisäilmaongelmien selvittämisen kulku*

Ensiksi havaitaan oireet ja valitukset

Näiden perusteella tehdään tekninen riskiarvio ja lähtötilanneselvitys, käyttäjäkyselyt.

Tämän jälkeen seuraa Kosteusvauriokartoitus

- kaikkien tilojen ja rakenteiden katselmus
- pintakosteuskartoitukset

Lisäksi voidaan tehdä LV-toimintatarkastus

- ilmanvaihtojärjestelmän ja muun talotekniikan toimintatarkastus
- lämpötilapoikkeamat
- veto- ja paine-erot

Mahdollinen sisäilman laadun arviointi

- aistinvaraiset arviot hajuista

Tämän jälkeen seuraa kosteustekninen kuntotutkimus riippuen kosteusvauriokartoituksen tuloksista

- kosteuden mittaaminen poranrei'istä
- rakenteiden avaukset
- materiaalinäytteiden ottaminen
- vauriomekanismien määrittäminen

Mahdollinen sisäilmaston kuntotutkimus riippuen LV-toimintatarkastuksen ja sisäilman laadun arvioinnin tuloksista

- ilmavirtojen mittaus
- kanaviston puhtauden tarkistus
- sisäilman mittaukset ja mikrobiselvitykset
- materiaali- ja pintanäytteiden tulosten analysointi
- mineraalikuitujen määrittäminen
- VOC-mittaukset
- ammoniakkin mittaukset
- aldehylimittaukset. [1, s. 16.]

### 6.1 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaihe käynnistyy usein rakennuksen omistajan tai ylläpito-organisaation tekemällä alustavalla tarveselvityksellä, jonka lähtökohtana ovat havainnot rakennuksessa esiintyvistä ongelmista.

### 6.2 Lähtötilanneselvitys

Ongelmaa voidaan lähteä purkamaan lähtötilanneselvityksellä, joka tilataan rakennusten kunnon arviointiin erikoistuneelta yritykseltä. Mitä alustavammasta selvityksestä on kysymys, sitä suurempaa ammattitaitoa edellytetään selvityksen tekijältä [4, s. 132]. Tilaaja toimittaa tarjouspyynnön liitteenä tarvittavat dokumentit kuten rakenne- ja LVI-piirustukset ja tiedot aikaisemmin tehdyistä selvityksistä ja korjauksista. Kuntotutkija tekee lähtötilanneselvityksen aikaisempien selvitysten ja tutkimuksien, piirustusten ja kohdekäynnin pohjalta.

Lähtötilanneselvityksessä tarkastetaan kiinteistön riskirakenteet ja ilmanvaihtojärjestelmien tekninen taso. Riskirakenteiden arvioinnin jälkeen selvitetään,



mitkä näistä ovat johtaneet kosteusvaurioihin tai sisäilmaongelmiin ja mitkä ovat toimineet ongelmitta. Lähtötilanneselvityksen havainnoista tehdään raportti, jossa kerrotaan miten, on tutkittu, mitä tuloksia on saatu ja mihin jatkotoimenpiteisiin pitää ryhtyä. lähtötilanneselvityksessä arvioidaan myös tulevien kuntotutkimusten laajuus ja niistä aiheutuvat kustannukset. Lähtötilanneselvityksen perusteella tilaaja voi kilpailuttaa kuntotutkimuksen tekemisen, mielellään kiinteähintaisena tai tuntityönä työmenekkiarvion kanssa. [1, s. 15.]

### *6.3 Käyttäjäkyselyt*

Käyttäjäkysely on hyvä tehdä rakennuksen käyttäjille aina, jos on epäilyjä sisäilmaongelmista. Kyselyllä saadaan tietoon ongelman laajuus ja mahdollisesti ongelma saadaan paikallistettua. Kysely sisältää kyselyn rakennuksessa havaituista vaurioista sekä oire- ja olosuhdehaittakyselyn. Kyselyn yhteydessä kannattaa tehdä kartoitus siitä, kuinka pitkiä aikoja kyselyyn vastaavat käyttävät rakennuksen eri osissa. Kysely tehdään jakamalla kyselylomake rakennuksen käyttäjille. Oire- ja olosuhdehaittakysely toteutetaan Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyn MM-40 mukaisesti ja kysely kannattaa tehdä yhteistyössä paikallisen työterveyshuollon kanssa. [1, s. 16.] Jos kyselyt osoittavat, että vain osassa rakennuksessa oireillaan, niin nämä osat voidaan tutkia heti tarkemmin. Käyttäjäkysely kannattaa uusida, kun korjaukset on tehty. Tällöin nähdään korjausten vaikutus käyttäjien oireiluun.

### *6.4 Kosteusvauriokartoitus*

Kosteusvauriokartoitus tehdään pääsääntöisesti rakenteita rikkomatta rakennuksen riskirakenteille. Suurin osa riskirakenteista on tässä vaiheessa tiedossa lähtötilanneselvityksen ja käyttäjäkyselyn tulosten perusteella. Loput riskirakenteista selviävät kaikkien tilojen ja rakenteiden katselmuksessa. Katselmuksessa on tärkeää käydä läpi kaikki rakennuksen tilat pintakosteusmittarin kanssa. Katselmuksessa tarkastuksen piiriin kuuluu sisäpuolisten tilojen lisäksi myös ryömintätilat, ullakkotilat, vesikatto ja ulkoseinät. Pintakosteusmittarin tulokset ovat suhteellisia ja niistä voidaan päätellä, onko materiaali kosteampaa kuin sen kuuluisi olla. Pintakosteusmittarin antamien tulosten mukaan voidaan miettiä ainetta rikkovien kosteusmittausten

tekemistä sekä näytepalojen ottamista. Näytepalat viedään laboratorioon, jossa näyte analysoidaan kasvustojen suhteen. [1, s. 18.]

### *6.5 Ilmanvaihdon toimintatarkastus*

Ilmanvaihdon toimintatarkastuksessa tarkastetaan ilmanvaihtojärjestelmän yleinen puhtaus, kunto ja tekninen taso. Tarkastuksessa käydään kaikissa ilmanvaihtokonehuoneissa, joista tarkastetaan suodattimet, puhaltimet, äänenvaimentimet (potentiaalinen kuitulähde) ja kammiot sekä ilmanvaihtokoneiden yleinen kunto ja puhtaus. Huoneisiin tulevat ilmapirrat mitoitetaan ja tarkistetaan, että ne ovat säädösten mukaiset. Ilmanvaihdon tasapainoisuus tarkistetaan paine-eromittauksilla ja tuloksia verrataan säädöksiin. Samassa yhteydessä tarpeen niin vaatiessa voidaan tarkistaa myös ilmanvaihtokanavien nuohouksen tarve ja puhtaus. Myös hiilidioksidimittauksia kannattaa harkita, jos käyttäjät valittavat huonosta ilmasta. Ilmanvaihtojärjestelmän toimintatarkastuksen tekijä arvioi myös sisäilmassa olevia laatu poikkeamia aistinvaraisin havainnoin. Tiloissa voi olla esimerkiksi viemärinhajua, maakellarinhajua, homeenhajua tai ruoan tuoksuja. Kaikki nämä kertovat jostain ongelmasta rakennuksessa. Myös yleinen tunkkaisuus, jonka lähdettä ei keksitä, on tärkeä ja ylöskirjattava huomio. Samalla arvioidaan yleistä pölyn määrää ja siivouksen tasoa. [1, s. 18.]

### *6.6 Kosteustekninen kuntotutkimus*

Kosteustekninen kuntotutkimus tehdään mikäli kosteusvauriokartoituksen havainnot vaativat lisäselvitystä. Kuntotutkimus tehdään tyypillisesti tietylle rakenteella rajatulla alueella. Tutkimuksen tavoitteena on piilovaurion löytäminen ja vauriomekanismin selvittäminen, jotta korjausehdotus voidaan laatia. Tätä varten tehdään porareikämittauksia, avataan rakenteita sekä otetaan materiaali- ja pintanäytteitä joista määritellään mikrobipitoisuutta ja – lajistoa Kosteusvauriokuntotutkimuksen suorittaminen on yksityiskohtaisesti ohjeistettu Ympäristöministeriön oppaassa (Ympäristöministeriö, 1997) ja monissa muissakin julkaisuissa. Kuntotutkimuksessa on pystyttävä määrittelemään ongelmien syyt, vaurion laajuus, ja vauriomekanismit sekä niiden pohjalta esittämään korjaustapaehdotukset. [1, s. 19.]

### 6.7 *Sisäilmaston kuntotutkimus*

Sisäilmaston kuntotutkimus on syytä tehdä, jos on epäily siitä, että sisäilmaongelmien syy voi olla jokin toinen kuin home- ja kosteusvaurio, kuten materiaalien emissiot. Laajoja tutkimuksia tarvitaan varsinkin, jos rakennuksessa on havaittu ns. "sairas rakennus"-oireryhmän oireilua. Sisäilmaston kuntotutkimuksen tutkimukset ja selvitykset voivat olla osittain päällekkäisiä kosteusteknisen kuntotutkimuksen kanssa ja nämä tutkimukset voidaan myös yhdistää, jotta säästytään päällekkäisiltä tutkimuksilta. [2, s. 76.] Sisäilmaston kuntotutkimuksessa tulkitaan myös niitä tietoja, jotka on saatu kosteusvauriokuntotutkimuksen materiaalinäytteiden mikrobitutkimuksissa. Sisäilmaston kuntotutkimus tehdään kussakin kohteessa erikseen laadittavan suunnitelman mukaan. Suunnitelma laaditaan ilmanvaihdon toimintatarkastuksen, sisäilmaston aistinvaraisen arvioinnin ja kosteusvauriokartoituksen tulosten perusteella. Sisäilman laadun arviointiin liittyvät näytteenotot keskitetään alueille, jotka ovat tulleet esiin aikaisemmin tehdyssä oirekyselyssä ja kuntoarvioinneissa. Ongelma-alueilla tehtävien näytteidenottojen ja mittausten lisäksi otetaan vertailunäytteitä alueilta, joissa ongelmia ei ole havaittu. Sisäilmaston kuntotutkimuksen perusteella pyritään päättämään, missä osissa rakennusta vaurio mahdollisesti sijaitsee ja mihin tarkemmat kosteusvauriokuntotutkimukset ja rakenneavaukset tulisi keskittää. Sisäilmaston kuntotutkimuksessa saatuja mikrobiologisten ja kemiallisten analyysien tuloksia käytetään yhdessä kosteusvauriokuntotutkimuksessa tehtyjen havaintojen kanssa korjaussuunnitelmaa laadittaessa. Mikrobiologisissa tutkimuksissa tulee keskittyä ensisijaisesti materiaalinäytteisiin joiden avulla vaurioituneet rakenteet saadaan heti paikannettua. Ilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat ajallisesti paljon jo yhden työpäivän aikana. Vaihteluun vaikuttavat monet tekijät kuten ilmavirtaukset, painesuhteet, mikrobien kasvualustat ja -olot sekä mikrobien ominaisuudet. Ilman mikrobipitoisuuden mittaaminen voi auttaa todentamaan piilossa olevia kosteus- ja mikrobivaurioita, jotka eivät ole tulleet ilmi kosteusvauriokuntotutkimuksessa. [1, s. 20.]

### 6.8 Siivouksen taso

Rakennuksen siivouksen tasoa kannattaa seurata, jos epäillään sen olevan riittämätön. Jos pölyä ei poisteta pinnoilta, se voi nousta ilmaan esimerkiksi koneellisen ilmanvaihdon avulla. Säännöllisesti siivottavien pintojen pölykertymää mitataan siivouslaadun INSTA 800 -mittausstandardin mukaisesti ja siivouksen tasoa verrataan standardin viitearvoihin. [1, s.20.]

Mineraalivillakuitunäytteitä (pyyhkäisynäytteitä) tulisi ottaa tiloista joissa tilan tai sen ilmanvaihtojärjestelmän äänieristeet ovat rikkonaisia tai pinnoittamattomia ja joissa samaan aikaan ilmenee ärsytysoireita [1, s. 21].

### 6.9 VOC-yhdisteet

VOC-yhdisteiden (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) mittauksia tehdään, mikäli tiloissa havaitaan pistävää hajua ja tilassa työskentelevät ihmiset oireilevat mahdollisten kostuneiden tai muutoin voimakaspäästöisten materiaalien takia. VOC-yhdisteiden mittausten yhteydessä tulevat esiin myös mikrobikasvustojen usein tuottamat haihtuvat orgaaniset yhdisteet, jotka voivat antaa lisätietoa haitan laadusta. [1, s. 21.]

VOC-yhdisteistä näytteitä ottaessa kannattaa kiinnittää erityistä huomiota näytteitä tutkivan laboratorion osaavuuteen ja laatukriteereihin. Pelkät pitoisuudet ja niiden määrät eivät yleensä kerro tarpeeksi tutkimuksen tekijälle, vaan on laboratorion on osattava myös tulkita tulosten merkitys sisäilman laadulle. Viime aikoina on havaittu, että alkalisen kosteuden aiheuttama lattiapäällysteiden hajoaminen on johtanut sisäilmaongelmiin. [8.]

### 6.10 Muut materiaalipäästöt

Materiaalipäästöjä arvioidaan myös mittaamalla sisäilman kemiallisia epäpuhtauksia. Vanhojen puupohjaisten levyjen liima-aineista voi vapautua formaldehydiä esimerkiksi silloin, kun rakennuksen seinä on kostunut ja levyn pinta on maalattu vain toiselta

puolelta. Formaldehydipitoisuus pitäisi määrittää erityisesti rakennuksissa, joissa esiintyy silmä- ja ylähengitystieoireita. Ammoniakin haju voi johtua orgaanisten materiaalien kuten tasoitteissa käytetyn kaseiinin tai gelatiinin hajoamisesta kastumisen seurauksena. Tapauskohtaisesti voidaan ottaa myös muita sisäilmanäytteitä, kuten esimerkiksi PAH-näytteitä, joilla saadaan selvitettyä vanhojen kreosootti- tai bitumipohjaisten eristemateriaalien aiheuttamia sisäilmariskejä.

Kannattaa huomioida, että tulosten tulkinta on aina tapauskohtaista. Sama mittaus tulos voi joissain tapauksissa osoittaa välitöntä korjaustarvetta ja toisessa tapauksessa vain rakennuksen normaalia toimintaa. Korjaustarve näytetään mittaustulosten avulla osoitetulla sisäilmasto-ongelmakorjausmekanismilla eikä pelkillä mittaustuloksilla. Tulosten tulkinnoissa huomioidaan, että vuodenaikat vaikuttavat ilmanäytteiden ottoon ja tulkintaan. Kohonneet mikrobipitoisuudet voivat johtua ulkoilman epäpuhtauksista tai mikrobipitoisten materiaalien käsittelystä huonetiloissa. Huoneissa olevat viherkasvit voivat nostaa huoneilman mikrobipitoisuutta huomattavasti. Joissain vanhoissa toimivissa rakenteissa ja alapohjissa voi olla paljonkin mikrobeja, jotka eivät aiheuta sisäilmaongelmia, jos niillä ei ole pääsyä sisäilmaan. [1, s. 21.]

## 7 Tulosten raportointi

Tutkimusten jälkeen kirjoitettavassa raportissa tulee selkeästi käydä ilmi, millaisia rakenteita rakennuksessa on käytetty, missä vaurioita on havaittu, kuinka laajoja ne ovat ja mistä ne johtuvat. Tärkeää on selittää myös vaurioiden sopivat korjaustavat sekä korjaamisessa käytettävät materiaalit. Materiaalivalintojen rajaaminen on erityisen tärkeää silloin, jos rakenteen toimivuus riippuu suoraan materiaalin kosteusteknisistä ominaisuuksista. Tutkimustulokset esitetään raportissa, johon kootaan kaikki tutkimuksessa saatu tieto sisäilma- ja kosteusongelmien syistä ja laajuudesta. Esityksen tulee olla mahdollisimman selkeä ja yksiselitteinen, sekä keskittyä sisällöltään vain oleellisiin asioihin. Raportti voi koostua yhden tai useamman eri tutkijan tekemistä tutkimuksista. Yhden asiantuntijan tutkimusselostuksessa voi olla mukana toisen asiantuntijan tekemä täydentävä selvitys. Vaikeissa ja moniongelmaisissa kohteissa tutkimuksiin voi osallistua rakennusteknisiä asiantuntijoita, LVI-asiantuntijoita sekä

sisäilma-asiantuntijoita, jolloin raportti voi muodostua eri tutkijoiden tekemistä tutkimusselostuksista. Yhteiseen selostukseen kerätään kaikkien asiantuntijoiden tutkimusselostukset, joista kuntotutkijat yhteistyössä ja vastuullisen tutkijan johdolla laativat yhteisen tiivistelmän, jossa esitetään päätulokset ja yhteisesti suunnitellut korjaustapavaihtoehdot. Yhteistyön merkitystä tulee korostaa erityisesti suurissa ja moniongelmaisissa kiinteistöissä heti tutkimustyön alkuvaiheissa. Tutkimusraportin tulee olla selkeä ja itsenäisesti ymmärrettävä ilman erillisiä rakennuspiirustuksia tai muuta tausta-aineistoa. [1, s. 23.]

Usein home- ja kosteusongelmat ovat niin usean tekijän summa ja tulosten tulkinta voi jäädä taholle, jolla ei ole rakennusalan tuntemusta, joten raportin pitäisi olla mahdollisimman käytännön läheinen ja selkeä. Raporttia laadittaessa on huomioitava myös se, että sitä lukevat monet muutkin kuin rakennustekniikan asiantuntijat mm. käyttäjät ja työsuojeluhenkilöstö. [4, s. 183.]

## 7.1 Raportin sisältö

Tutkimuksista laadittavassa raportissa esitetään tutkimus- ja mittaustulokset sekä näiden pohjalta tehtävät johtopäätökset. Selostuksessa tulee selkeästi erottaa toisistaan mittauksista ja muista tutkimuksista saadut tiedot sekä niistä tehtävät johtopäätökset. Selostuksessa tulee erottaa selkeästi toisistaan saadut tiedot ja tutkijan omat arviot ja johtopäätökset.

Tutkimusraportin sisältö on soveltuvien osin seuraava:

### Tutkimukset perustiedot

- tutkimuksen tekijät
- käytetyt mitta- ja näytteenottolaitteet ja mittausmenetelmät
- tutkimuksen rajaukset
- tutkimuksen tavoitteet.

### Kohteen perus- ja taustatiedot

- tilaajalta saadut tiedot
- käytettävissä olevat asiakirjat

- havainnot muista tutkimuksista, kartoituksista ja asiakirjoista.

#### Rakenteiden tutkimukset tiloittain ja rakennusosittain

- rakennetyypit
- havainnot ja poikkeamat piirustuksista
- havainnot ja mittaukset /vaurion luonne, laajuus ja syyt).

#### Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset

- Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso
- toimintatarkastukset tulokset
- IV-teknisen kuntotutkimuksen tulokset, mikäli ilmanvaihtojärjestelmä säilytetään korjauksissa osittain tai täysin.

#### Sisäilmatutkimukset

- sisäilmatutkimuksen tulokset.

#### Johtopäätökset

- yhteenveto olennaisista sisäilmasto-ongelmia aiheuttavista vaurioista ja/tai ilmanvaihtojärjestelmän puutteista.
- keskeisten kosteusvaurio- ja sisäilmasto-ongelmien mekanismien kuvaus.

#### Korjaustapa

- korjaustapaehdotukset ja korjaustapavaihtoehdot
- ehdotukset jatkotoimenpiteiksi.

#### Yhteenveto

- kiireelliset toimenpiteet ja perusteet kiireellisyydelle
- normaalit toimenpiteet
- viimeistään peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet.

#### Liitteet

- tarvittavat pohjapiirustukset ja leikkaukset
- valokuvat

- pintakosteuskartoituksen tulokset. [1, s. 23–24.]

## 8 Kosteusongelmien korjaus

Korjaushankkeen onnistumisen edellytyksenä on oikean ja riittävän tietomäärän siirtyminen oikeille henkilöille. Kosteusvauriokohteiden korjaushanke käyttäjien oireiden ilmaantumisesta korjausten valmistumiseen voi kestää monia vuosia. Suhteellisen pitkä kesto ja hankkeeseen osallistuvien osapuolien suuri määrä asettavat hankkeen tiedonhallinnalle hyvin korkeat vaatimukset. Huonoimmissa tapauksissa korjaushankkeissa ei ole saavutettu toivottua lopputulosta, koska korjaustyötä ei ole toteutettu kuntotutkijan tai suunnittelijan antamien ohjeiden mukaan tai puutteellista kuntotutkimuksista johtuen on korjattu väriä asioita. Puutteet korjaustoimenpiteissä voivat johtua mm. tiedonkulun katkoksista hankkeen aikana.

Kun kuntotutkijana, valvojana ja suunnittelijana on sama henkilö, on kaikki kohteesta hankkeen aikana kertynyt tieto koko ajan käytettävissä. Tällaisessa keskitetyssä suunnitteluorganisaatiossa ei tapahdu katkoja tiedonkulussa, minkä ansiosta saavutetaan todennäköisemmin toivottu lopputulos. Kosteustekninen kuntotutkimus, rakennetekninen suunnittelu ja toteutusvaiheen valvonta vaativat kuitenkin kukin tekijältään erityyppistä ammattitaitoa ja sen vuoksi eri työvaiheiden tekijöinä toimivat usein eri henkilöt. Tällaisissa tilanteissa tiedon välittäminen oikealla tavalla tutkijalta suunnittelijalle ja suunnittelijalta edelleen urakoitsijalle ja valvojalle on erikseen varmistettava.

Huolellisesti laadituissa tutkimusselostuksissa ja suunnitteluasiakirjoissa suuri osa tutkijan ja suunnittelijan tiedoista siirtyy korjaustyön toteuttavalle urakoitsijalle ja työn valvojalle. Kirjallisista esityksistä ei kuitenkaan yleensä välity kaikki tarpeellinen tieto korjaustöiden perusteista ja periaatteista, joiden ymmärtäminen on tärkeää myös työn toteuttajalle, kun he soveltavat suunnitelmia työmaalla. Kuntotutkijan on suositeltavaa esitellä kuntotutkimuksessa esittämänsä korjausehdotuksen suunnittelijalle erikseen järjestettävissä neuvottelussa. Suunnittelijan on puolestaan suositeltavaa esitellä korjaussuunnitelmansa kuntotutkijalle ennen kuin korjauksista päätetään lopullisesti, jolloin suunnitelmiin on vielä mahdollista tehdä muutoksia.



Urakkaneuvottelun yhteydessä suunnittelija esittelee suunnitelmat oleellisilta osiltaan urakoitsijaehdokkailla. Urakoitsijan valinnan jälkeen, ennen työn aloittamista, suunnittelijan on suositeltavaa käydä läpi korjaussuunnitelmat uudelleen urakoitsijan työmaahenkilöstön ja rakennuttajan asettaman valvojan kanssa. Erityistä huomiota on kiinnitettävä työn onnistumisen kannalta tärkeiden työvaiheiden ja korjausten perusteiden selkeään esittämiseen. On tärkeää, että työn tekijä ymmärtää, miksi työ tehdään juuri suunnitellulla tavalla eikä vaikka niin kuin on totuttu tekemään. [ 1, s. 29–30.]

Jo hanketta suunniteltaessa on suunniteltava myös, kuinka korjaustöistä tiedotetaan rakennuksen käyttäjille. Hankkeen ulkoista tiedotusta suunniteltaessa tulee päättää tiedottamisesta vastuussa oleva henkilö ja laatia tiedotussuunnitelma.

#### *Korjausprosessin yleinen kulku*

Korjaushankkeen laatu muodostuu monien osatekijöiden summana. Rakennuttajan pitää pystyä organisoimaan hanke niin, että kaikki tarpeelliset tehtävät tulevat suoritetuksi oikeassa järjestyksessä ja oikeaan aikaan. Kosteusvaurioiden korjaushankkeille on tyypillistä, että hankkeen eri vaiheet limittyvät päällekkäin. Kuitenkin tule pyrkiä siihen, että hanke on järjestelmällinen, koska näin on mahdollista helpommin varmistua hankkeen eri vaiheiden onnistumisesta. Eri vaiheiden limittyessä ja myös pienissä hankkeissa on huolehdittava kaikkien hankkeen vaiheiden läpikäymisestä ja laadunvarmistuksesta. Jos esimerkiksi suunnitelmat tehdään vasta työmaalla rakentamisvaiheessa, ei eri vaihtoehtojen pohtiminen ja parhaan mahdollisen ratkaisun löytäminen ole useinkaan mahdollista ajanpuutteen takia. Tarpeen vaatiessa hankkeen eri vaiheiden laatusuunnitelmat ja laadunvarmistus voidaan yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi. Korjaustyön aikana tulevat yllätykset ja muutostarpeet tulisi pyrkiä minimoimaan perusteellisella ennakkovalmistelulla. [2, s. 65.]

#### *Suuren kosteusvauriokorjauksen kulku*

##### Vaurion havaitseminen

- käyttäjän tai ylläpito-organisaation havainto

- kuntoarvio, kosteuskartoitus

Todetaan vaurion laajuus ja vakavuus

- tarveselvitys

Hankesuunnittelu

- hankeselvitys
- kuntotutkimus
- hankeohjelma

Korjaussuunnittelu

Korjaustyö

- täydentävät tutkimukset
- täydentävä suunnittelu
- muutokset korjaustyön yhteydessä

Jälkiseuranta.

Pienissä hankkeissa, joissa vaurion syy ja korjaustapa ovat selviä, voi korjausprosessi olla yksinkertaisempi ja korjaaminen on osa rakennuksen normaalia kunnossapitoa. Tällä mallilla voidaan kuitenkin korjata vain kohteita joissa vaurion laajuus, syy, vaikutus ja korjaustapa ovat täysin varmasti selvillä, jotta vältetään lopulta kalliiksi tulevilta hätäkorjauksilta tai vain näkyvän vian korjaamiselta ilman, että vaurion syy saadaan poistettua.

#### *Pienen kosteusvauriokorjauksen kulku*

Kosteusvaurioprosessin kulku voi olla seuraavanlainen pienissä korjauksissa:

Vaurion havaitseminen

Ilmoitus ylläpito-organisaatiolle

Korjaussuunnittelu

Korjaus

Korjauksen seuranta ja korjauksen dokumentointi huoltokirjaan

#### *Hankesuunnitteluvaihe*

Hankesuunnittelun tarkoituksena on tuottaa tarvittavat lähtötiedot korjaussuunnittelua varten:

- kohteen tarveselvitys
- tilaajan tarpeet ja rahoitusmahdollisuudet
- korjausten ajoittamiskysymykset.

Hankesuunnitteluvaiheeseen kuuluvat hankeselvitykset, kuntotutkimukset, erilaiset muut selvitykset, korjausperiaatteiden valinta sekä hankeohjelman kokoaminen. Hankesuunnittelun pohjalta tehdään tarvittava investointipäätös ja aloitetaan korjaussuunnittelu.

Hankesuunnittelua johtaa tilaajan eli kiinteistön omistajan edustaja. Jos tilaajalla ei ole kohteen vaikeusasteen tarvitsemaa ammattitaitoa, niin hankeen vetäjäksi voidaan palkata ulkopuolinen rakennuttajakonsultti. Hankesuunnittelu alkaa hankeselvityksellä, jossa valitaan hankkeeseen eri alojen asiantuntijat ja määritellään heidän tehtävänsä. Nämä asiantuntijat keräävät hankkeen tarvitsemat lähtötiedot, eli tekevät tarveselvityksen. Tarveselvityksen tuloksena tulisi olla korjausvaihtoehtoja, jotka perustuvat vaurioiden syihin ja laajuuteen. Kustakin vaihtoehdosta laaditaan alustavat kustannusarviot ja rahoitussuunnitelmat. Korjausvaihtoehtojen vertailussa tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:

- tilaajan tarpeet, vaatimukset ja toiveet
- tekninen korjaustarve
- rahoitus
- aikataulukysymykset.

Vertailun pohjalta valitaan korjausperiaatteet ja suunnitellaan ajoitus ja rahoitus. /2/ Korjausperiaatteen valinta on kriittinen koko hankkeen onnistumisen kannalta ja siihen on paneuduttava erityisen huolellisesti. Toteuttamalla laajempia korjauksia voitaisiin saada kerralla kaikki kohteen oleelliset kosteusvauriot kuntoon. Tällöin korjausten onnistumisen arviointi helpottuisi. Kuitenkin taloudellisten tai muiden seikkojen takia ei useinkaan ole mahdollista tai edes tarpeen korjata kaikkia vikoja ja vaurioita. Tällöin vauriot ja niiden syyt tulee pyrkiä asettamaan tärkeysjärjestykseen sekä pohtia mahdollisuuksia toteuttaa mahdollinen korjaus vaiheittain. [2, s. 69–70.]

| TOIMINNALLINEN LAATU   | TEKNINEN LAATU   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korjauksen aikataulu.</li> <li>• Korjauksen vaikutus kohteen käyttöön.</li> <li>• Mahdollisuus toteuttaa korjaus vaiheittain.</li> <li>• Mahdolliset liittyvät korjaukset ja rakennuksen muut korjaustarpeet, kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>– pihatyöt, istutukset, asfaltoinnit,</li> <li>– viemäröinti, salaojitus ja muu kaivutyö,</li> <li>– pintaremontit,</li> <li>– julkisivu- ja vesikattokorjaukset,</li> <li>– LVIS-järjestelmien korjaukset.</li> </ul> </li> <li>• Kustannusarvio.</li> <li>• Elinkaarikustannukset.</li> <li>• Rahoitusmahdollisuudet.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieto koko rakennuksen kunnosta.</li> <li>• Vaurioiden ja puutteiden korjaamisen kiireellisyys.</li> <li>• Vaurioiden tärkeysjärjestys.</li> <li>• Turvallisuus ja terveellisyys.</li> <li>• Vaurioiden eteneminen.</li> <li>• Kosteus- ja työtekeminen riskialttius.</li> <li>• Pitkäaikaiskestävyys.</li> <li>• Ratkaisujen tarkkailtavuus, huollettavuus, korjattavuus ja uusittavuus.</li> <li>• Lähtötietojen luotettavuus.</li> <li>• Mahdolliset muut riskitekijät.</li> </ul> |

Kuva 9. Korjausvaihtoehtojen vertailussa huomioon otettavat seikat [2, s.72]

Hankesuunnittelun tuloksena kootaan yksiselitteinen hankeohjelma, jossa esitetään päätökset:

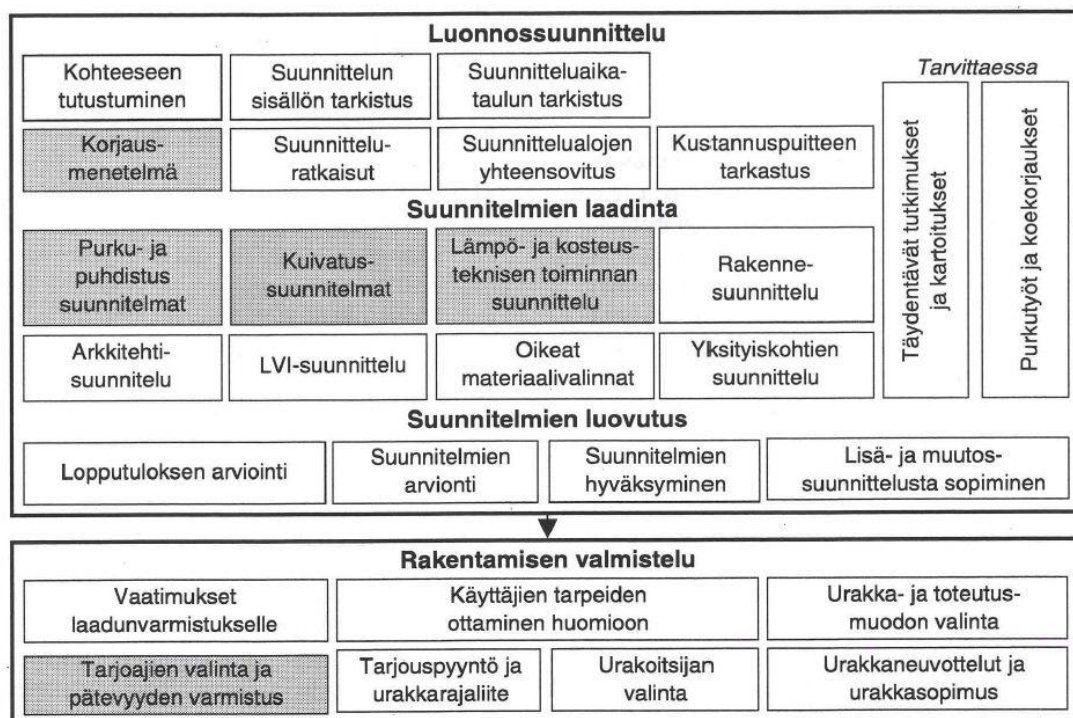
- korjaustyön sisällöstä ja laajuudesta
- toteutusaikataulusta ja tavasta
- organisoinnista
- kustannuspuutteista ja rahoituksesta
- muita asioita, kuten turvallisuus- ja terveysnäkökohtia.

Kosteusvauriokorjaukset ovat usein yllätyksellisiä ja niiden laajuutta on vaikea arvioida ennen purkutöitä. Työn aikana esiin tulevien yllätysten riskiä voidaan kuitenkin minimoida tekemällä tarveselvitys huolellisesti. Lopuksi hankesuunnitelmat pitää tarkistuttaa ja arvioida tavoitteiden täyttymistä. Tilaaja hyväksyy laaditun hankeohjelman ja tekee päätöksen korjaussuunnittelun käynnistämisestä. [2, s. 72.]

### *Suunnitteluvaihe*

Suunnitteluvaihe koostuu rakentamisen valmistelusta ja korjaussuunnittelusta. Suunnitteluvaiheessa suunnitellaan tarkemmin valitun korjaustoimenpiteet ja menetelmät sekä laaditaan urakkalaskenta-asiakirjat sekä toteutuksessa tarvittavat

asiakirjat ja suunnitelmat. Korjaussuunnitteluvaiheessa rakennuttajan ja suunnittelijan tärkein tavoite on suunnitelmien kehittäminen laadullisesti, kokonaiskustannusten eli hankinta- ja ylläpitokustannusten, sekä käyttöiän kannalta tilaajalle mahdollisimman edullisiksi. Suunnitelmien on toteutettava hankeohjelmassa asetetut vaatimukset ja oltava teknisiltä ratkaisuiltaan ja kustannuksiltaan asetettujen tavoitteiden mukaisia. Suunnitteluvaihe alkaa korjaussuunnittelun alkamisesta hankesuunnittelun jälkeen ja päättyy urakoitsijan valintaan ja rakentamispäätökseen. Suunnitteluvaiheen kulku voidaan esittää kaaviomuodossa seuraavasti:



Kuva 10. Kosteusvauriokorjausten suunnitteluvaiheen kulku [2, s. 79]

Kosteusvauriokorjauksissa korjaussuunnittelu voi kulkea limitysten hankesuunnittelun ja rakentamisen kanssa. Tarveselvitysvaiheessa ei aina päästä tutkimaan ja avaamaan rakenteita tarpeeksi, jotta rakenteet ja niiden kunto saataisiin varmuudella selville. Samoin, jos korjaus on kiireellinen, purkutyöt voidaan joutua aloittamaan ennen suunnitelmien lopullista valmistumista. Tällöin suunnitelmia joudutaan tarkentamaan purkutyön edetessä ja jopa muuttamaan kokonaan aiemmin esitettyjä ratkaisuja. Korjaussuunnitelmaa tulee muutenkin tarvittaessa täydentää korjaustyön edetessä. Hanke- ja korjaussuunnittelun tavoitteena tulee kuitenkin olla, että rakennusaikana

joudutaan tekemään mahdollisimman vähän muutoksia suunnitelmiin. Yleensä suunnittelijoiden tulisi olla mukana rakentamisvaiheessa. Laadunvarmistuksen periaatteena tulee olla, että toteutuksessa ei tehdä muutoksia urakoitsijan tai valvojan päätöksellä, vaan suunnittelija suunnittelee tai hyväksyy kaikki muutokset ja dokumentoi ne. [2, s. 79.]

Ennen suunnittelun aloittamista määritellään suunnittelun organisointi, nimetään suunnittelun ohjausryhmä sekä sovitaan tiedonvaihdesta ja yhteydenpidosta eri osapuolten kesken. Suunnittelun aloituskokouksessa käydään läpi mm. seuraavat asiat:

- kohteeseen tutustuminen ja tietojen siirto hankkeen vaiheiden välillä
- käydään läpi suunnittelun sisältö, tarkennetaan sitä hankeohjelman korjausperiaatteen pohjalta ja varmistetaan tilaajan tarpeiden välittyminen suunnittelijoille
- käydään läpi suunnittelun laadunvarmistus, laaturiskit, erityishuomiota vaativat kohdat ja suunnittelijoiden alakohtaiset oleelliset tekijät
- tarkennetaan suunnitteluajataulu
- tarkistetaan kustannuspuite ja käydään läpi mahdolliset muutokset kustannuksiin
- määritellään vastuut ja valtuudet eri suunnittelijoiden kesken. Nimetään tilaajan puolelta taho, jolla on oikeus antaa ohjeita ja määräyksiä sekä hyväksyä suunnitelmien eri vaiheet.

Suunnittelijoiden tulee tutustua kohteeseen, lähtötietoihin ja keskustella kuntotutkijan kanssa. Kohteen kunto- ja muiden tietojen siirtyminen oikein tulisi varmistaa yhteisessä kokouksessa paikan päällä. Kohteen tutustumiskierros on hyvä pitää ennen suunnittelun aloituskokousta tai viimeistään sen yhteydessä. Tilaaajan ja rakennuttajan pitää varmistaa ainakin seuraavat seikat ennen korjaussuunnittelun alkua:

- lähtötietojen riittävyys ja oikeellisuus
- oikean korjausperiaatteen valinta
- hankesuunnittelun alussa tehtyjä kuntotutkimuksia täydennetään tarvittaessa rakennesuunnittelun vaatimaan laatutasoon
- hankesuunnitteluvaiheessa tehtyjä mittauksia täydennetään tarpeen vaatiessa

- varataan suunnitteluun riittävästi aikaa ja resursseja.
- tehdään tarvittavat koekorjaukset niin hyvissä ajoin ja laajoina, että urakkalaskennassa olevia perusratkaisuja ei tarvitse muuttaa urakkasopimuksen jälkeen.

Tarvittaessa laaditaan erilliset luonnossuunnitelmat, joissa määritellään korjaustapa ja menetelmä sekä muut suunnitteluratkaisut. Luonnossuunnitelmia tarvitaan esimerkiksi korjausmenetelmien arviointia, koekorjauksia, suunnittelualojen yhteensovittamista tai kesken suunnittelun alkavia korjauksia varten. Korjaustavan suunnittelussa ja valinnassa tulee huomioida vanhan rakenteen kuntoon liittyvät riskit. Jos on tiedossa, että valvonta tulee olemaan vaikeaa tai vähäistä, tulee valita korjaustapoja, jotka eivät ole herkkiä työsuorituksen laadulle. Suunnittelun etenemisen myötä tarkennetaan hankeselvityksen kustannuspuitteita, hankeaikataulua ja rahoitussuunnitelmaa. Suunnitelmakatselmuksessa tarkastetaan kustannusten ja laadun vastaavuus hankeohjelmassa esitettyihin tavoitteisiin ja arvioidaan suunnitelmien toimivuutta. Lopuksi hyväksytään luonnossuunnitelmat ja päätetään korjausratkaisuista sekä lopullisten suunnitelmien ja urakkalaskenta asiakirjojen teosta. [2, s. 80–81.]

Toteutussuunnitelmavaiheessa laaditaan suunnitelma-asiakirjat, joissa on laadunvarmistuksen mahdollistamiseksi esitettävä riittävän tarkoin yksilöidyt laatuvaatimuksen rakenteille ja materiaaleille sekä rakennustyön suorittamiselle. Urakkatarjouskilpailun mahdollistamiseksi suunnitelmissa tulisi esittää myös riittävällä tarkkuudella korjauksen laajuus. Suunnitteluvaiheen lopuksi tarkastetaan suunnitelmat ja pidetään suunnittelukatselmus, jossa käydään läpi ja tarkastetaan piirustukset, työselostukset ja tavoitteiden täyttyminen sekä tunnistetaan epävarmat tiedot suunnitelmissa. Lopuksi suunnitelmat hyväksytetään tilaajalla. Lisä- ja muutossuunnittelusta sovitaan viimeistään tässä yhteydessä. Korjaustyön edetessä tehtävät muutokset on aina dokumentoitava suunnitteluasiakirjoihin. Lopuksi tehdään kaikista suunnitelmista loppupiirustukset. [2, s. 81–82.]

### *Suunnittelijoiden valinta*

Suunnittelun aluksi rakennuttajan tulee valita suunnittelutyöryhmä. Korjaussuunnitteluvaiheessa tarvitaan rakennuttajaa, suunnittelijoita ja myös

kuntotutkijaa, jos hankesuunnitteluvaiheen tarveselvitys kaipaakaan täydennystä. Kosteusvauriokorjausten pääsuunnittelija on useimmiten kosteusvauriokorjauksiin perehtynyt rakennesuunnittelija. Usein tarvitaan myös LVI-suunnittelua ja erilaisten laiteasennusten ja hälytysjärjestelmien takia myös sähkösuunnittelijaa. Suunnittelussa tarvitaan arkkitehtia yleensä vain, jos kohteen arkkitehtuuriin tai muuhun ulkonäköön tehdään oleellisia muutoksia.

Ennen suunnittelijoiden valintaa rakennuttajan on varmistettava heidän pätevyytensä, kokemus ja suunnitteluryhmän yhteistyökyky. Suunnittelun tarjouspyynnön tulee olla selkeä ja siinä tulee määritellä suunnittelutyön sisältö ja luetella olemassa olevat tiedot kohteesta sekä suunnittelijan valinnan periaatteet. Suunnittelijan kykyä tulee verrata korjattavan kohteen ammatilliseen vaatimustasoon. [2, s. 80.]

### *Korjaussuunnittelun sisältö*

Korjauskohteista laaditaan yleensä kuljetus-, purku-, kuivatus- ja korjaussuunnitelmat. Suunnitelma-asiakirjoissa tulee esittää seuraavat tiedot:

#### Työselitys ja piirustukset

- määrätiedot
- laatutiedot: materiaalit, työtavat, laatuvaatimukset, laadunvarmistusmenetelmät.

#### Urakkaohjelma

- korjaushankkeen ohjelmointi

Kosteusvauriokorjauksen korjaussuunnitelmien tulisi sisältää tarvittavin osin seuraavat asiat:

- rakenteiden purkamismenetelmät
- rakennusmateriaalinen vaihtaminen
- rakenteiden kuivattaminen
- kemialliset käsittelyt
- uusien rakenteiden asentaminen
- teknisesti toimivampi rakenne. Toimenpiteet, joilla rakenteesta saadaan kosteusteknisesti toimivampi rakenne



- vaatimukset urakoitsijan laadunvarmistamisesta
- materiaalien, rakenteiden ja työtapojen laatuvaatimukset
- työn aikana ilmenneiden seikkojen ja muutosten hallinta
- korjausten onnistumisen toteamismenetelmät
- tehtyjen korjausten ja muutosten dokumentointi, tietojen kerääminen luovutuskansiota ja huoltokirjaa varten
- jälkiseurannan tarve ja toteutus
- työsuojelu, suojaukset ja osastointi [2, s. 82.]

### *Rakentamisen valmistelu ja tarjouspyyntövaihe*

Rakentamisen valmisteluvaiheessa valitaan kohteen urakoitsija ja totutusmuoto ja laaditaan urakkasopimukset.

Eri urakkamuotoja maksutavan mukaisesti:

- kokonaishintaurakka
- yksikköhintaurakka
- laskutyöurakka
- tavoitehintaurakka
- työnjohtourakka

Eri urakkamuotoja toteutustavan mukaisesti

- kokonaisurakka
- KVR-urakka
- projektinjohtourakka
- osaurakka
- tuoteosakauppa.

Urakkamuodon valintaan vaikuttavat:

- kohteen suuruus ja vaikeus-aste, uudet tai hankalasti toteutettavat korjaustavat
- töiden laajuustietojen tarkkuus

- toteuttamisaikataulu ja kiireellisyys, terveysvaatimukset, korjausmääräykset, käyttö
- osapuolten lukumäärä ja sidonnaisuusaste
- rakennuttajan henkilöresurssien määrä ja laatu, kokemus kosteusvauriotöistä
- suunnittelun valmiusaste, tutkimuksen ja suunnittelun jatkuminen rakennusaikana
- hankkeeseen liittyvät riskit, kuten korjaustapa, työvirheet, laajuus ja lisätyöt
- rakentamisen suhdanteet. [2, s. 84.]

Jotta tarjoukset olisivat samansisältöisiä, tulee tarjouspyynnössä määritellä selkeästi korjaustyön sisältö ja luetella kaikki olemassa olevat tiedot kohteesta. Tarjouspyyntöasiakirjoja ovat urakkatarjouspyyntö, urakkaohjelma, urakkarajaliite, piirustukset ja rakennustapaselostukset, yksikköhintaluettelot, määräluettelot, tarjouslomake sekä muut mahdolliset asiakirjat kuten kuntotutkimukset. Niiden tulee sisältää kaikki tarjouksen tekemisen kannalta oleelliset tiedot. Niitä laadittaessa tulee kiinnittää huomiota erityisesti seuraaviin seikkoihin:

- tarjoukseen kuuluvan työn laajuuden määrittely riittävän tarkasti
- suunnitelmiin liittyvät epävarmuudet
- suunnitelmamuutosten ja lisätöiden hoitamisen menettelytavat ja hinnoittelu
- takuuajan ja muiden vakuuksien riittävyys
- käytön asettamat rajoitukset työmenetelmille, jaksotukselle ja aikataululle.
- urakoitsijoiden valintakriteerien tarkka määrittely sekä tarjousta hyväksyttäessä sovellettavat arviointiperusteen ja niiden painotukset
- toteutettavalta edellytettävä tekninen ja taloudellinen suorituskyky
- vaatimukset urakoitsijoiden laadunvarmistukselle. [2, s. 85.]

Ennen tarjouksen pyytämistä voidaan suorittaa tarjoajien esivalinta, jota varten voidaan pyytää esimerkiksi julkisella ilmoituksella halukkaita urakoitsijoita ilmoittautumaan. Rakennuttaja voi selvittää hankkeeseen sopivat urakoitsijat myös omista rekistereistään tai eri urakoitsijajärjestöjen kautta. Tarjouksia pyydetään kuitenkin vain luotettavilta ja ammattitaitoisilta urakoitsijoilta, joilla katsotaan olevan tekniset, taloudelliset ja muut urakan suorittamiseen. Tietyt korjaustyöt, kuten home- ja asbestityöt vaativat erikoisammattitaitoa ja auktorisointia. [2, s. 85.] RT-ohjekortti

16–10182 Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet käy läpi yksityiskohtaisesti yleisesti hyväksytyt rakennusalan urakkakilpailujen periaatteet.

Tarjousten avaamistilaisuudesta laaditaan pöytäkirja ja tarjousten antajille varataan mahdollisuus olla saapuvilla. Saatuaan tarjoukset, tilaaja tarkistaa tarjousten tason suhteessa kustannuspuutteeseen. Sallittujen kustannusten ylittyessä rakennuttajan tulee selvittää, voidaanko tarjouksia pitää kohtuullisina, vastaavatko tarjoukset suunnitelmia ja ovatko suunnitelmat muuttuneet aikaisemmasta vaiheesta. Tässä tilanteessa tilaaja voi hylätä kaikki tarjoukset. [2, s. 85.]

Edullisinta tarjousta harkittaessa tulee lisäksi ottaa huomioon tarjouksen tekninen ja laadullinen sopivuus, toimitusaika ja muut tarjouspyynnössä esitetyt ehdot. Urakka tulisi tilata kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen esittäjältä. Hyväksymisen edellytyksenä on, että tarjoaja on pätevä ja kykenevä suorittamaan työt sekä on täyttänyt yhteiskunnalliset velvoitteensa.

Tarjousten avaamisen jälkeen tilaaja tekee rakentamispäätöksen ja rakennuttaja aloittaa urakkaneuvottelut yhden tai useamman urakoitsijan kanssa, myös valvoja ja suunnittelija voivat osallistua neuvotteluihin. Lopullinen urakoitsija valitaan vasta urakkaneuvotteluiden jälkeen.

Urakkaneuvotteluissa:

- käydään läpi urakan sisältö, siihen tulleet muutokset ja sopimusehdot
- todetaan rakentamisaikataulu
- selvitetään kaikki urakkalaskenta-asiakirjojen epäselvyydet ja ristiriitaisuudet
- varmistetaan yhteisymmärrys mm. laatuvaatimuksista
- sovitaan laadunvarmistusmenettelyistä ja osapuolten yhteistoiminnasta

Tässä vaiheessa urakoitsija voi ehdottaa suunnitelmiin muutoksia, jotka tulee hyväksyttävä suunnittelijalla ja ottaa huomioon ennen sopimuksen aloittamista.

Urakkasopimus kannattaa aina laatia kirjallisena, mutta sopimuksen katsotaan syntyneen, kun rakennuttaja on saanut tarjouksen ja ilmoittanut sen hyväksymisestä urakoitsijalle. [2, s. 86.]

### *Rakentamisvaihe*

Rakentamisvaiheessa toteutetaan varsinaiset korjaustoimenpiteet aiemmissa vaiheissa syntyneiden tavoitteiden ja suunnitelmien pohjalta. Rakentamisvaihe alkaa urakkasopimusten allekirjoittamisesta ja päättyy kohteen vastaanottoon. Lisäksi kootaan luovutusaineisto, koulutetaan henkilökuntaa ja järjestetään mahdollinen jälkiseuranta. Kosteusvauriokorjauksen rakentamisvaihe voidaan esittää seuraavasti:

### *Valmistelevat toimenpiteet*

#### Ennakkokokous

- sisäinen ja ulkoinen tiedotus

#### Laatusuunnitelmat

- käyttäjien turvallisuus ja työturvallisuus

#### Työsuunnitelmat ja tuotannonsuunnittelu

- valmistelevat työt

#### Hankinnat ja toimitusten ohjaus

- aloituskatselmus

### *Työn suoritus*

#### Työn ohjaus

- urakoitsijan työnjohto
- työnaikainen kartoitus ja kuntotutkimus
- työn aikainen suunnittelu

#### Työn suoritus

- purku- ja puhdistustyöt
- kuivaustyöt
- rakennustekniset työt
- LVIS-työt

- käyttäjäpalvelut
- loppusiivous
- korjauksen onnistumisen toteutus

#### Työn ohjaus ja valvonta

- valvontasuunnitelma
- rakentamisen ohjaus ja valvonta
- mallirakenteiden hyväksyminen
- täydentävien tutkimusten ja suunnitelmien ohjaus
- lisä- ja muutostöiden hyväksyntä.

#### *Luovutus ja vastaanotto*

Luovutusvalmiuden tarkastaminen rakennuttajan toimesta.

Käytön ja huollon opastus kiinteistön käyttäjille ja kiinteistöhuollolle.

Vastaanotto ja työn hyväksyminen rakennuttajan ja työn tilaajan toimesta.

Takuukorjaukset.

Kosteusvauriokorjauksissa voidaan joutua tekemään myös mittavia purku- ja puhdistustöitä, ennen kuin vaurion laajuus ja rakenteiden kunto saadaan selville. Lisäksi todelliset rakenteet eivät aina vastaa suunnitelmia. Näissä tapauksissa kohteen purkutyöt voidaan joutua aloittamaan ennen suunnitelmien valmistumista ja jatkamaan korjaussuunnitelmaa purkutyön valmistuttua. Muulloinkin vaurioiden kartoittamista, tutkimuksia ja suunnittelua tulee tarvittaessa täydentää työn edetessä. [2, s. 88.]

Periaatteena työnaikaisessa suunnittelussa tulee olla, että urakoitsija tai valvoja tiedottaa ongelmista ja muutostarpeista, jonka jälkeen suunnittelija suunnittelee ja rakennuttaja hyväksyy työhön tehtävät muutokset. Urakoitsijan ei tule tehdä omin päin tai edes valvojan luvallakaan muutoksia korjaustapoihin tai -laajuuteen. [2, s. 88.]

Kosteusvaurioiden korjaustyöt suoritetaan useimmiten tilanteissa, jossa kohteen normaali toiminta jatkuu urakan aikana. Tämän vuoksi on otettava huomioon käytön vaikutukset korjaustyöhön sekä korjaustyön vaikutukset asumiseen tai muuhun toimintaan. Tämä aiheuttaa erityisjärjestelyjä ja töiden edistyminen on usein hitaampaa. Esimerkiksi käyttäjien ja muiden tilojen suojaaminen korjaustyön aikana

leviävältä home- ja rakennuspölyltä asettaa usein rajoituksia käytön ja rakentamisen yhteensovittamiselle. Kohteen käyttäjälle tulisi tiedottaa hankkeesta jo hanke- ja korjaussuunnitelmavaiheessa. Yleensä työnaikainen tiedotus on järkevää järjestää urakoitsijan toimesta ja valita urakoitsijan yhteyshenkilö, jonka puoleen käyttäjät voivat kääntyä korjaustyöhön liittyvien kysymysten tai ongelmien kanssa. Kohteen käyttäjille tulisi tiedottaa mm. seuraavista asioista:

- miksi korjauksia tehdään?
- mitä tehdään ja mikä on lopputulos?
- miten korjaukset vaikuttavat kohteen toimintaan
- miten turvallisuus- ja terveellisyytekijät on otettava huomioon?
- mikä on korjaustyön aikataulu ja päivittäiset työajat?
- urakoitsija, urakoitsijan yhteystiedot ja tilaajan yhteishenkilöt sekä valvoja yhteystietoineen [2, s. 68.]

Urakoitsijan valinnan jälkeen rakennuttajan tulisi järjestää työmaan aloituskokous. Kokoukseen osallistuvat pääurakoitsija, rakennuttaja, tilaaja, valvoja ja suunnittelijat sekä mahdolliset aliurakoitsijat tai materiaalityöntekijät. Myös käyttäjien edustajan olisi hyvä olla mukana. Aloituskokouksessa käydään yleisesti läpi korjauskohdetta, arvioidaan työn laaturiskit sekä täsmennetään laadunvarmistustoimenpiteet ja työn läpivienti. Aloituskokouksen pohjalta laaditaan työmaavaiheen laatusuunnitelma, jossa käydään läpi seuraavia asioita:

- eri urakoitsijat ja heidän vastuualueet ja laatusuunnitelmat
- korjaustyön valvontaorganisaatio. Rakennuttajan valvonta, urakoitsijan oma valvonta sekä suunnittelijoiden osuus valvonnasta
- kohteessa suoritettavat tarkastukset vaiheittain ja niistä vastaava taho
- olemassa olevien tietojen käsittely
- urakoitsijoiden suunnitelmakatselmus
- yhteistoiminta ja sisäinen ja ulkoinen tiedotus
- korjaustyön aikataulu
- laaturiskien arviointi ja ehkäisevien toimenpiteiden määrittely työvaiheittain sekä kriittiset tehtävät ja laadunvarmistusmenetelmät
- laadunvarmistuksen koordinointi

- korjaushankkeelle haetut viranomaisluvut ja vaadittavat ilmoitukset ja katselmukset
- urakoitsijoilta vaadittavat todistukset ja vakuudet. [2, s. 88–89.]

Rakentamisvaiheen alussa suoritetaan valmistelevia toimenpiteitä, joilla varmistetaan korjaustyön läpivienti ja luodaan pohja tavoitteiden mukaiselle laadulle. Aliurakoinnin, hankintojen ja toimitusten laatua ja sujuvuutta voidaan varmistaa seuraavilla toimenpiteillä:

- toimittajien esivalinta
- tarkistamalla verojäämä- ja eläkemaksutodistukset
- vaatimalla hyväksymistodistuksia, laatusuunnitelmia ja muita asiakirjoja
- aliurakoitsijoiden ennakkokokouksilla
- toimittajan tekemän työmallin katselmuksilla ja vastaanottotarkastuksilla
- hankkimalla erityistaitoja vaativia työvaiheita tuoteosakaupalla, jolloin materiaalin toimittaja vastaa työn laadusta kokonaisuutena [2, s. 89].

Materiaalivalmistajilta ja toimittajilta tulee edellyttää selkeitä rakennustyöntekijöille tarkoitettuja työohjeita. Tarvittaessa, erityisesti käytettäessä riskialttiita tai uusia työtapoja, toimittajan tulee vastata työntekijöiden koulutuksesta sekä hankekohtaisesta opastuksesta ja neuvonnasta. [2, s. 89.]

Korjaustyön alussa huolehditaan työmaan perustamisesta. Tällöin suunnitellaan tilojen ja piha-alueiden käyttö, järjestetään tarvittavat sosiaali- ja varastointitilat, nosto- ja siirtokalustot. Jäteastiat ja vaihtolavat sekä huolehditaan ympäristön ja rakenteiden suojauksesta. Korjauksen viereiset tilat ja pölyä keräävät materiaalit on suojattava mahdollisesti leviävältä homepölyltä. Ennen korjaustyön alkua tulee varmistaa rakennuksen käyttäjien turvallisuus sekä työturvallisuus työmenetelmien suunnittelulla, turvatoimenpiteillä, koulutuksella ja tiedotuksella. Kaikki toteutuksen osapuolet, myös rakennuttaja, tilaaja ja suunnittelijat, ovat vastuussa turvallisuudesta. Tyypillisiä turvallisuusriskejä ovat:

- Purkutöihin liittyvät putoamisvaarat
- putoavat kappaleet

- rakenteen tai kaivannon sortumisvaarat
- terveellisyteen liittyvät vaarat kuten home, asbesti, purkutöiden pölyhaitat, ja bakteerivaarat
- paloturvallisuus
- omaisuuden suojaaminen.

Tuotannonsuunnittelussa suunnitellaan rakennuttajan esittämien laatuvaatimusten pohjalta työmenetelmät. Työmenetelmät ja välineet tulee mahdollisuuksien mukaan valita niin, että korjaustyö ei ole herkkä työnaikaisille olosuhteille tai työvirheille. Jos näin kuitenkin on, pitää riskejä pyrkiä minimoimaan laadunvarmistustoimenpiteillä, työvaiheiden suunnittelulla ja koulutuksella. Mallityö on syytä tehdä, jos korjaus on toistuva tai, jos korjaustapaa ei voida yksiselitteisesti selvittää asiakirjojen perusteella. [2, s. 89–90.]

Kosteusvaurioiden korjaamisessa urakoitsijan työnjohdon tarve voi olla usein suurempi kuin vastaavan kokoisissa selkeämissä korjaushankkeissa. Tähän voi olla syynä mm.

- Kohteen työvaiheet ja menetelmät vaihtelevat esimerkiksi rakenteen kunnon mukaan
- työn aikana ilmenee paljon suunnitelmapoikkeamia ja muutostarpeita
- kosteusvaurioiden korjausmenetelmät saattavat poiketa paljon tapauskohtaisesti
- varsinkin pienemmissä korjauksissa tarvittaisiin usein ns. moniammattilaisia, jotka osaisivat tehdä monenlaisia korjaustöitä mutta useinkaan tähän ei päästä vaan joudutaan käyttämään useita työntekijöitä ja aliurakoitsijoita.

Yleensä purkutöiden jälkeen ennen varsinaisen korjaustyön aloittamista sekä tarvittaessa ennen uusien työvaiheiden aloittamista järjestetään työmaalla aloituskatselmus, jossa:

- käydään läpi suunnitelmat
- tarkistetaan aloitusedellytykset
- käydään läpi suojaussuunnitelmat
- tarkistetaan laatuvaatimukset työmenetelmille ja -vaiheille sekä lopputulokselle



- varmistetaan työntekijöiden pätevyys
- tarkistetaan aikataulu ja tahdistus
- sovitaan muut käytännön työjärjestelyyn ja olosuhteisiin liittyvät asiat.

Työntekijöiden tulisi osallistua työvaiheiden aloituskokoukseen ja -katselmuksiin sekä muihin työtapoihin liittyviin katselmuksiin. Tarvittaessa työn laatu varmistetaan erilaisilla laadunohjaustoimenpiteillä. [2, s. 89–9.]

Kaikki korjaukset tulee dokumentoida, jotta seuraavia korjauksia tehtäessä tiedettäisiin, mitä toimenpiteitä on tehty ja mikä on rakenteiden nykytilanne. Korjaustyöstä dokumentoidaan seuraavat asiat:

- kaikki työn edetessä tehtävät muutokset ja ilmenneet poikkeamat suunnitelmista
- käytetyt materiaalit valmistaja ja nimiketietoineen
- työn aikana tehdyt laadunvalvontakokeet ja koetulokset
- työn edistyminen ja työnaikaiset olosuhteet
- työvaihesuunnitelmat ja viikkosuunnitelmat
- huoltokirjan täydennykset [2, s. 91].

Kiinteistössä tehtävien huolto- ja korjaustoimenpiteiden dokumentointi olisi syytä tehdä järjestelmällisesti. Kiinteistöstä voidaan pitää esimerkiksi huoltokirjaa, johon kaikki toimenpiteet merkitään.

Suoritettujen korjausten onnistuminen todetaan korjaustyön aikaisilla laadunvarmistustoimenpiteillä, mittauksilla ja tutkimuksilla sekä katselmuksilla. Korjausten onnistumisessa kriittisiä vaiheita ovat vaurioituneiden materiaalien riittävän laaja-alainen poisto ja kostuneiden rakenteiden riittävä kuivattaminen. Vaurioiden syiden löytäminen ja oikean korjaustavan valinta ovat ehdoton edellytys korjauksen onnistumiselle. Usein korjaustyön lopullinen onnistuminen ja kosteusvaurioiden kaikkien syiden poistuminen voidaan varmistaa vain pitkäaikaisella rakennuksen kunnon ja olosuhteiden seurannalla. Muutama kuukausi korjausten valmistumisen jälkeen korjausten onnistumista voidaan arvioida:

- rakenneteknisillä selvityksillä
- rakenteiden ja olosuhteiden mittauksilla
- mikrobimittauksilla, jolloin on otettava huomioon mikrobimäärän tasaantumisaika korjaustyön päätyttyä
- tilojen käyttäjien oireiden ryhmätason seurannalla pitkällä aikavälillä.

Kosteusvaurioituneen rakennuksen kunnossapitoon ja määräaikaisiin tarkastuksiin tulee kiinnittää huomiota, varsinkin jos korjaustöiden laajuudesta on jouduttu tinkimään [2, s. 91].

Ennen korjauskohteen luovutusta käyttäjälle tarkistetaan kohteen luovutusvalmius. Luovutusvaiheessa kootaan kohteen käyttö- ja huoltokirja-ohjeet sekä järjestetään huoltohenkilökunnan, omistajan ja käyttäjien koulutus ja opastus. Opastusta on annettava erityisesti:

- asennettujen laitteiden ja koneiden käytöstä, seurannasta ja huollosta
- rakenteiden kuntoa tai olosuhteita seuraavien mittareiden käytöstä ja huollosta
- korjausten onnistumisen toteamiseksi tarvittavasta jälkiseurannasta
- mahdollisista toimenpiteistä, jolla kosteusvaurion uusimista voidaan ennaltaehkäistä.

Korjattujen rakenteiden huolto- ja tarkastusvälit päivitetään kohteen huoltokirjaan tai laaditaan korjattua kohteesta korjatut osat käsittävä huoltokirja. Kaikki kohteen piirustukset tarketiedoilla päivitettyinä sekä muuta korjaukseen liittyvä aineisto, kuten vaaitus- ja kairaustiedot, valokuvat, sekä tutkimus- ja kartoitustulokset tulisi koota luovutuskansioon. Korjaustyön lopuksi järjestetään kiinteistön osien sekä koko hankkeen vastaanottotarkastukset ja päätetään vastaanottaa korjaustyö. [2, s. 91–91.]

Kosteusvauriokorjausten takuuajan toimenpiteet hoidetaan yleensä kuten muissakin hankkeissa. Takuuaikana käsitellään reklamaatiot, tehdään kiireelliset takuukorjaukset sekä takuuajana sovitut tehtävät. Ennen takuuajan päättymistä järjestetään takuutarkastus, jonka jälkeen sovitaan takuukorjausten organisoinnista, toteutuksesta ja tarkastuksesta. Jos valittu korjaustapa ja suunnitteluratkaisu on ollut riskialtis, ei vastuuta korjauksen onnistumisesta tule siirtää täysin urakoitsijalle. Tällöin urakoitsijan

tulisi vastata vain oman työnsä suorittamisesta suunnitelmien mukaan ja takuuajana tilaajan on pystyttävä todistamaan vaurion johtuminen urakoitsijan virheestä. Kaikenkattavan takuuajan edellyttäminen riskialttiissa korjauksessa voi nostaa tarpeettomasti urakkahintaa ja vaikeuttaa pätevän urakoitsijan löytymistä.

Kosteusvaurion korjauksissa voi olla tarpeellista järjestää erillinen jälkiseuranta. Jälkiseuranta on erityisesti tarpeen, kun valittu korjaustapa on ollut riskialtis ja/tai ei olla varmoja, onko kaikki vaurion syyt saatu poistettua. Suunnittelijan, kuntotutkijan tai muun asiantuntijan tulee arvioida jälkiseurannan tarvetta. Alusrakenteiden, salaojien ja ryömintätilojen kuntoa ja toimintaa tulee yleensä seurata korjausten jälkeen. Jälkiseuranta voidaan toteuttaa:

- seurantatarkastuksilla ja katselmuksilla
- asentamalla seuranta- ja hälytyslaitteita
- seurantamittauksilla ja tutkimuksilla
- joissain tapauksissa voidaan ryhmätasolla seurata kohteen käyttäjien oireilua.

Jälkiseurantaa suunniteltaessa on selvítettävä ja päätettävä:

- mitä seurantatoimenpiteitä tarvitaan?
- kuka seurannan hoitaa ja vastaa sen onnistumisesta ja valvonnasta?
- kuinka seurannan tulokset dokumentoidaan ja käsitellään?
- miten mahdollinen korjaustarve todetaan?
- miten päätetään lisäkorjauksiin ja tutkimuksiin ryhtymisestä?

Korjausten jälkiseurantaa ei yleensä voi jättää huoltoyhtiön tai käyttäjien havainnoinnin varaan, vaan tarvittaville seurantatoimenpiteille tulisi määrätä vastuutahot. Seurannassa voidaan käyttää apuna rakennuksen huoltokirjaa, jota käytetään tarvittavien huolto- ja tarkastustoimenpiteiden suunnitteluun. [2, s. 92.]

## 9 Kosteusvauriokorjausten suunnitteluperiaatteita ja korjaustapoja

Kosteusvauriokorjauksissa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- kosteusvaurioon johtaneet syyt selvitetään ja poistetaan
- näkyvästi vaurioituneet rakenteet ja materiaalit uusitaan mahdollisuuksien mukaan
- home poistetaan joko rakenteiden pinnoilta tai purkamalla rakenteet, toissijaisesti estetään homeen leviäminen sisäilmaan rakenteiden tiivistämisellä tai kapseloinnilla
- kostuneet rakennusosat kuivataan
- puretut rakennusosat uusitaan vastaavilla tai rakenteen kosteusteknistä toimintaa parantavilla materiaaleilla ja tavoilla.

Rakennesuunnitelmissa tulee esittää riittävän yksinkertaiset ja selkeät purkusuunnitelmat sekä antaa yksityiskohtaiset ohjeet tarvittavista suojauksista. Selvästi homevaurioituneiden purussa käytetään home- ja asbestipurkutekniikkaa. Purkutyössä varmistetaan, että home- ja rakennuspöly ei leviä viereisiin tiloihin. Korjauksen valmistuttua kaikki pinnat puhdistetaan rakennuspölystä ja tarvittaessa desinfioidaan. [2, s. 82.]

Näkyvästi vaurioituneet tai homeenhajuiset materiaalit ja rakenteet yleensä puretaan. Kaikki rakenteellista vaaraa aiheuttavat tai sisätiloissa olevat kastuneet, homehtuneet tai lahonneet kohdat uusitaan. Tästä korjaustavasta poiketaan vain, jos vaurioiden korjaaminen muodostuu tekniseltä toteutukseltaan tai kustannuksiltaan kohtuuttomaksi ja jos muilla korjaustavoilla saavutettu korjaustulos on terveydellisesti turvallinen rakennuksen käyttäjille.

Ilmavuotojen tiivistämisellä pyritään estämään ilman pääseminen vaurioituneista tiloista käyttötiloihin. Myös tältä alueelta tulee uusia turmeltuneet materiaalit ja rakenteet, jotka ovat helposti uusittavissa. [4, s. 133.]

Tiivistyssuunnitelman ohjeiden mukaisesti pyritään saamaan rakennuksen ulkovaipan sisäpinta niin tiiviiksi, että rakenteen sisällä olevasta mikrobikasvustosta ei ole haittaa käyttäjälle [1, s. 227].

Tietyissä tilanteissa on tarkoituksenmukaista järjestää esimerkiksi rakennuksen alapohjaan alipaineistus, joka osaltaan estää haitallisen ilman pääsyä käyttötiloihin. [1, s. 241].

Puhdistustoimenpiteillä kuten homepölyn hiomisella ja imuroinnilla sekä rakenteiden desinfioimisella voidaan täydentää kosteusvaurion korjausta, kun varsinainen vaurion syy on poistettu. Puhdistustoimenpiteet eivät ole varsinainen korjausmenetelmä vaan ainoastaan niitä täydentävä toimenpide. Niitä harkitaan yleensä runkorakenteiden kohdalla. Lisäksi välittömästi purettujen tai kapseloitujen rakenteiden lähistöllä oleva alue puhdistetaan. Tarvittaessa muutkin tilat puhdistetaan ja pinnat desinfioidaan tai käsitellään homeen kasvua estävillä aineilla.

Haitallinen kosteus materiaaleissa kuivataan tai niiden annetaan kuivua ennen uusien materiaalien asennusta. Rakenteiden kuivattaminen voi kestää hyvin pitkään. Rakennesuunnittelija määrittelee kuivaustarpeen ja tekee kuivaussuunnitelman. Joissakin tapauksissa rakenteiden uusiminen voi olla nopeampi ja/tai taloudellisempi ratkaisu kuin kuivaus. Kuivatusta ei välttämättä tarvita mikäli kuivuminen voi tapahtua valmiista rakenteesta riittävän tehokkaasti ja jos kosteudesta ei ole haittaa materiaaleille ja rakenteille. Kuivatussuunnitelmassa tulee:

- arvioida kuivatustarvetta ja poistettavan kosteuden määrää
- arvioida kuivatusmenetelmien käyttökelpoisuutta ja kuivatusaikaa
- ottaa kantaa kosteuspitoisuuteen, johon kuivatuksella pyritään
- esittää riittävän kuivatustason toteutamismenetelmä. [2, s. 83.]

Lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan suunnittelun lähtökohtana on kosteusvaurion syiden selvittäminen ja poistaminen. Suunnittelulla pyritään uusien ja vanhojen rakenteiden kosteusteknisen toiminnan varmistamiseen niin, ettei kosteusvaurioita pääse syntymään eli:

- kosteusrasituksen pienentämiseen ja/tai kosteusolosuhteiden parantamiseen
- kosteuskestävyyden parantamiseen
- rakenteiden suunnitteluun mahdollisuuksien mukaan niin, että ne syystä tai toisesta kostuessaan pääsevät kuivumaan. [2, s. 83.]

Uusittavien rakenteiden kosteustekniseen toimintaan voidaan merkittävästi vaikuttaa materiaalivalinnoilla, yksityiskohtien huolellisella suunnittelulla ja tuuletusjärjestelyillä. Vanhojen rakenteiden rasiustasoa voidaan alentaa esimerkiksi uusilla suojarakenteilla, kuten räystäillä ja pellityksellä, sekä alentamalla sisäilman kosteutta ja muuttamalla paineolosuhteita.

Rakennesuunnittelussa on kosteusteknisen toiminnan otettava huomioon lisäksi rakenteen kantavuus, tuuletus ja tuulenpitävyys, pitkäaikaiskestävyys, äänieristys, palotekninen toimivuus ja palomääräykset sekä arkkitehtuuri. Kosteusvauriokohteissa LVI-suunnittelulla voidaan pyrkiä esimerkiksi:

- sisäilman kosteuden vähentämiseen lisäämällä ilmanvaihtoa
- tilan painesuhteiden hallintaan niin, että sisätila on hieman alipaineinen, jolloin ilmavuodot rakenteisiin pienenevät ja rakenteet pysyvät kuivempina
- selkeitten korvausilmareittien järjestämiseen sekä ilmanvaihdon hallintaan niin, että korvausilma ei vaurioituneesta tai riskialttiista tilasta, kuten ryömintätilasta tai kellarista, tai vaurioituneiden tai riskialttiiden rakenteiden läpi. Ilmanvaihto ei saisi olla ylipaineinen, koska se lisää rakenteiden kostumisriskiä
- sisäilman laadun parantamiseen ja/tai kosteusvaurion yhteydessä ilmenneen muun sisäilmaongelman kuten emission aiheuttamien haittojen poistamiseen
- ryömintätilan, yläpohjan tai muun tuuletettavan tilan olosuhteiden muuttamiseen kuivemmaksi parantamalla ilmanvaihtoa koneellisesti.
- LVI-putkiston suunnitteluun ja muuttamiseen siten, että putkistot ovat tarkastettavissa ja korjattavissa. [2, s. 83.]

Kosteusvauriokorjauksissa on normaaliin korjaushankkeeseen verrattuna kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin seikkoihin:

- suojaustyöt
- purku- ja puhdistustyöt
- kuivaustyöt
- loppusiivous ja desinfiointi.

Homevaurioiden korjaamisessa purku- ja puhdistusvaiheessa tulee erityisesti huolehtia työntekijöiden ja käyttäjien suojaamisesta homepölyaltistukselta. Suojaustyön suunnittelun ja toteuttamisen valvonta sekä suojaustarpeen selvittämiseksi tehtävä mikrobikasvustojen inventointi on rakennuttajan vastuulla. Suojaustoimenpiteet ovat ensisijaisesti urakoitsijan tehtäviä. Suojautumistarvetta arvioidaan homevaurioituneen materiaalin määrän sekä homeäytteistä mikrobiologisessa analyysissä löytyneiden myrkkytoksiineja eli homeyrkkyjä tuottavien homesukujen esiintymisen perusteella. [2, s. 92–93.]

Home- ja kosteusongelmaisten tilojen korjaamisessa käytetään seuraavia periaatteita:

- työkohde on mahdollisuuksien mukaan osastoitava ja alipaineistettava
- tarpeen mukaan käytetään myös kohdepoistoa poistamaan epäpuhtauksia
- osastoitavalta alueelta pitää poistaa tai suojata kaikki sinne jääneet kalusteet ja laitteet
- käynti osastoitavaan tilaan vain sulkutilan kautta
- sulkutilaan pitää järjestää mahdollisuudet peseytymiseen ja vaatteiden vaihtoon
- ilmanvaihto pitää tukkia
- haitallista materiaalia sisältävä rakenteet koetetaan poistaa mahdollisimman ehjinä ja materiaalit viedään pois suljetuissa ilmatiiveissä pusseissa
- lopuksi osastointi puretaan ja paikat siivotaan huolellisesti
- työntekijöillä pitää olla tarpeelliset turvavarusteen kuten hengityssuojaimet ja taskuttomat haalarit.

Homehtuneiden materiaalien puhdistus ja purku on usein oleellinen osa korjausta, jolla haitta saadaan poistettua. Näin on erityisesti, kun rakennusjätettä tai muuta homehtuvaa materiaalia on jäänyt rakennusaikana kosteudelle alttiisiin paikkoihin. Purkutyön laajuus ja tarvittavat suojaukset tulee esittää purkus suunnitelmassa. Selvästi homevaurioituneiden rakenteiden purussa käytetään asbesti- tai homepurkutekniikkaa. Säilytettävät pinnat ja kulkureitit suojataan ennen purkutyön aloittamista. Purkutyössä varmistetaan, ettei home- ja rakennuspöly leviä viereisiin tiloihin. Korjauskohde tulisi osastoida ja eristää muista tiloista sekä alipaineistaa vieraisiin tiloihin nähden. Jos korjauskohdetta ei voida eristää, ei sen viereisiä tiloja pidä käyttää korjauksen aikana.

Pölyn ja itiöiden ilmanaviin leviämisen estämiseksi ilmanvaihto tulee pysäyttää ja ilmanvaihtuventtiilit teipata ennen purkutyön alkua. Homekasvustot hävitetään rakenteista joko vaihtamalla homehtuneet materiaalit tai poistamalla home rakenteiden pinnalta mekaanisesti. Home- ja lahovaurioiden purkutyön tulee ulottua selvästi vaurioituneen alueen ulkopuolelle. [2, s. 93–94.]

Rakennesuunnittelijan tulee selvittää kuivattamisen tarve ja mahdollisuudet suunnitella kuivatuksen periaatteet. Korjaussuunnitelmissa tulee esittää vähintään kuivatuksen laajuus sekä kosteuspitoisuus, johon kuivatuksella pyritään ja vaatimukset kosteuspitoisuuden toteutuksen toteutamiselle. Suunnittelijan tulisi myös arvioida poistettavan kosteuden määrää, kuivatusmenetelmien käyttökelpoisuutta ja kuivatusaikaa mutta näiden lopullinen suunnittelu on yleensä kuivatusurakoitsijan tehtävä. Vaurion syyt ja mikrobikasvustot tulisi poistaa ennen kuivatuksen aloittamista. Kuivatus voidaan nykytekniikalla suorittaa periaatteessa kolmella tavalla:

- ilman lämmitys yhdistettynä ilmanvaihtoon
- ilman kuivatus kondenssi- tai sorptiokuivaajalla yhdistettynä lämmitykseen
- rakenteen lämmitys yhdistettynä ilmanvaihtoon.

Laajoissa ja vaikeissa kohteissa kuivatustyössä tulisi käyttää alaan erikoistuneita yrityksiä. Kuivatustyötä valvotaan pinta- ja rakennekosteusmittauksin. Kuivatustyön aikana tarkistetaan seuraavat asiat:

- kuivatus aloitetaan riittävän tehokkailla laitteilla ja riittävän kattavasti
- kaikki kuivatusta tarvitsevat alueet kuivuvat
- tarpeetonta ylikuivausta ei tapahdu
- kuivatettu kosteus siirtyy ulos eikä toisiin rakenteisiin. [2, s. 93.]

On huomattava, että silloin kuivaamisesta ei ole mitään hyötyä, jos rakenne pääsee kastumaan toistuvasti. Näin voi tapahtua esimerkiksi toistuvan vuodon tai maaperästä kohoavan kosteuden takia. Erityisesti on vältettävä tilannetta, jossa rakenne kuivataan hetkellisesti kuivaksi ja tämän jälkeen päällystetään tiiviillä materiaalilla. [1, s. 223.]

Kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen rakennuksissa esiintyy usein kohonneita ilman mikrobipitoisuuksia, koska korjauksen aikana pinnoille kertynyt pöly lähtee

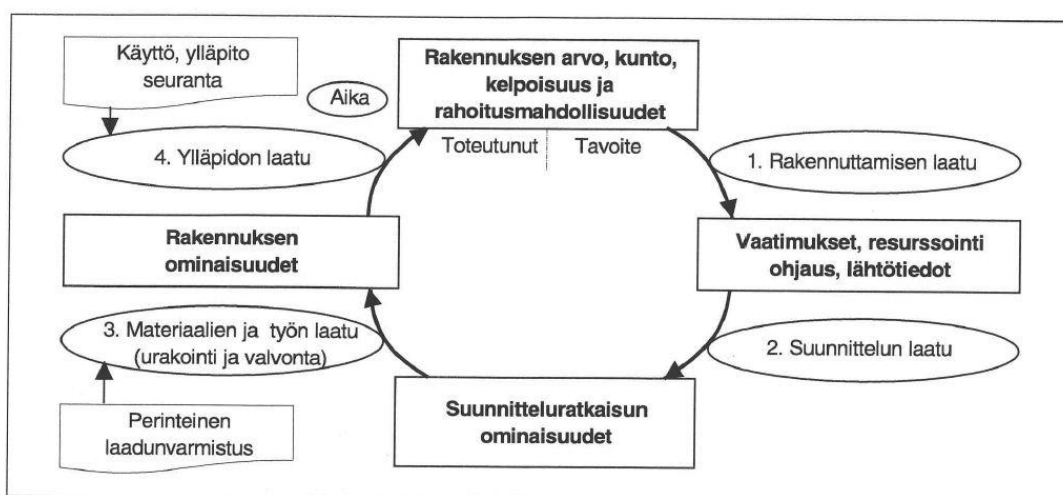


liikkeelle rakennusta käytettäessä. Korjaustyön valmistuttua kaikki pinnat tulee puhdistaa kertyneestä rakennuspölystä imuroimalla HEPA-suodattimella varustetulla imurilla ja nihkeäpyyhinnällä. Tarvittaessa puhdistukseen voidaan käyttää lievästi desinfioivia aineita. [2, s. 94.]

## 10 Kosteusvauriokorjausten laadun varmistaminen

Rakennushankkeen laadun määrittelyssä voidaan erottaa toisistaan itse rakennusprosessin laatu ja lopputuotteen laatu. Rakennusprosessin laatu sisältää hallinnollisia laatutekijöitä, jotka myötävaikuttavat siihen, että rakennuksen tekniset laatutekijät saavutetaan ja lopputuotteen laatu on vaatimuksien mukainen. [4, s.8] Kannattaa huomioida, että rakennusprosessin laatu on usein se mihin tilojen käyttäjät kiinnittävät huomiota.

Rakennushankkeen laatu on verrannollinen hankkeelle asetettuihin vaatimuksiin. Rakennushankkeen tulisi edetä järjestelmällisesti niin, että laatuketju kulkee katkeamatta läpi koko rakennushankkeen. Lopputuloksen laadun kannalta oleellista on se, että eri osapuolet keskittyvät niihin osa-alueisiin, jotka he hallitsevat ja huolehtivat osaltaan oman työnsä laadusta. Lisäksi tarvitaan tietojen välittyminen ja yhteistyötä rakennushankkeen eri osapuolien välillä. Laadun syntymistä hankkeessa kuvaa seuraava laatuympyrä kuvassa 11 [2, s. 14–15.]



Kuva 11. Rakennuksen laatuympyrä, laadun muodostuminen korjaushankkeessa [2, s. 14]

Lähtökohtana hankkeelle ovat rakennuksen nykytila, korjaustarpeet ja taloudelliset mahdollisuudet. Näiden pohjalta tehdään tarvittavat lisäselvitykset, tarveselvitys ja hankesuunnittelu, joissa hankitaan tarvittavat lähtötiedot sekä määritellään toimivuusvaatimukset ja muut suunnittelun lähtökohdat. Suunnittelussa määritellään lähtötietojen pohjalta korjaustavat ja ratkaisut. Suunnitteluratkaisujen ominaisuudet ovat riippuvaisia sekä suunnittelun laadusta että sitä edeltäneen rakennuttamisen ja kuntotutkimuksen laadusta. Laadunvarmistuksen mahdollistamiseksi suunnitelmissa tulee esittää riittävästi yksilöityjä vaatimuksia materiaaleille, rakenteille ja työvaiheille sekä tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet. Rakennuksen laatu ja ominaisuudet korjaustyön jälkeen ovat suunnittelun laadun lisäksi riippuvaisia käytettyjen materiaalien ja rakennustyön laadusta. Perinteinen laadunvarmistus on keskittynyt urakoitsijan työn ja materiaalien laadunvalvontaan. Kuitenkaan hyvälläkään rakennustyöllä ei saavuteta laadukasta lopputulosta, jos suunnitteluratkaisut tai suunnittelun lähtökohdat eivät ole selkeitä. Lopputuloksen laadun kannalta rakennushankkeen kriittisimmät vaiheet ovat:

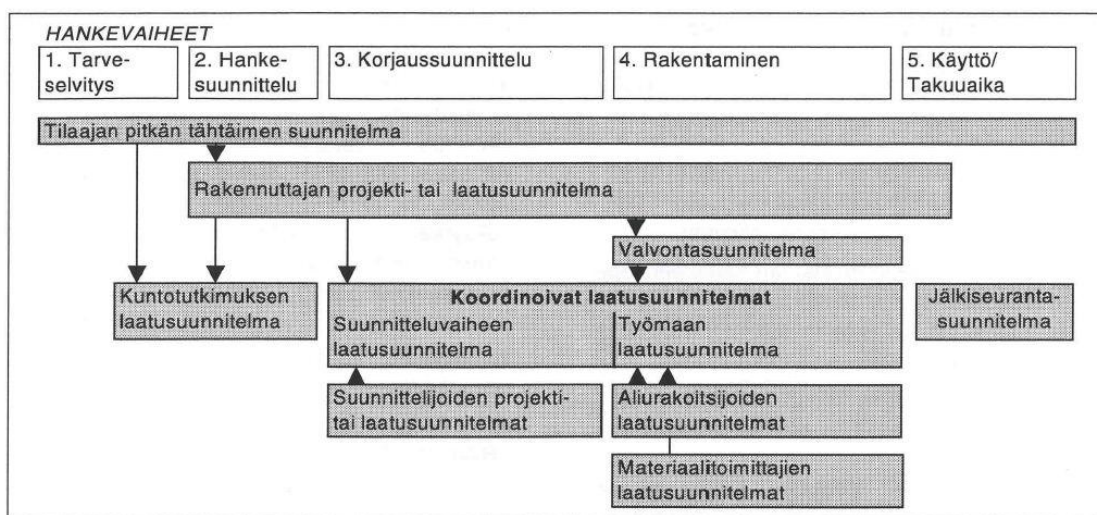
- korjaustarpeen tietäminen varmuudella
- oikean korjausperiaatteen ja -menetelmien valinta
- korjaustyön onnistuminen eli valittujen toimenpiteiden suorittaminen oikein ja riittävällä laajuudella.

Rakennuksen laatuun vaikuttavat myös korjaustyön jälkeinen käyttö, ylläpito ja rakennuksen teknisen kunnon seuranta. Saavutettuja rakennuksen kuntoa ja kelpoisuutta sekä toteutuneita kustannuksia voidaan verrata asetettuihin tavoitteisiin ja näin arvioida koko prosessin laadunvarmistuksen onnistumista. [2, s. 14.]

Rakennushankkeen laadunvarmistus voidaan systematisoida ja suunnitella laatimalla hankekohtainen laatusuunnitelma. Laatusuunnittelun ideana on, että hankkeen menettelytavat, riskit ja laatua varmistavat toimenpiteet käydään yhdessä läpi ja kirjataan ylös erilliseen suunnitelmaan.

Usein kosteusvauriokorjausten eri hankevaiheet limittyvät tai hankkeet ovat melko pieniä. Tällöin voidaan laatia yksi yhteinen koko hankkeen laatusuunnitelma, jota

täydennetään työn edetessä. Suuremmissa ja selkeissä hankkeissa voidaan laatia erillinen suunnitteluvaiheen ja työmaan laatusuunnitelma sekä rakennuttajan projektisuunnitelma. Rakennushankkeen osapuolet laativat laatusuunnitelmat yhteistoiminnassa mutta laadinnalla tulee aina olla selkeä vastuutaho: yleensä suunnitteluvaiheessa rakennuttaja tai pääsuunnittelija ja rakentamisvaiheessa pääurakoitsija. Lopullinen vastuu laadunhallinnasta on rakennuttajalla, jonka on tarvittaessa ohjattava ja johdettava henkilökohtaista laadunvarmistusta. Kuitenkin kuka tahansa rakennushankkeen osapuolista voi tehdä aloitteen laatusuunnitelman tekemisestä. Laatusuunnitelmien laadintaa ei voida täysin delegoida. Kaikkien osapuolien, joita suunnitelma koskee, tulee osallistua niiden katselmointiin. [2, s. 14–15.]



Kuva 12. Korjaushankkeeseen liittyvät laatusuunnitelmat [2, s. 15]

Laatusuunnitelmien toimenpiteiden toteutumista pitää valvoa, koska pelkkien suunnitelmien laatiminen ei varmista sen toimeenpanoa. Kaikkien yksittäisten toimenpiteiden toteutuminen pitää dokumentoida laatusuunnitelma-asiakirjoihin tai muisti- ja tarkastuslistoihin. Näin osoitetaan toimenpiteiden suoritus, tulokset ja korjaukset. Laatusuunnitelman toteutumista ja tarkennustarpeita tulee käsitellä säännöllisesti suunnittelu- ja työmaakokouksissa.

Yritysten laatujärjestelmä ei korvaa hankkeen laatusuunnitelmaa. Urakoitsijan ja rakennuttajan laatujärjestelmissä ei yleensä korostu riittävästi eri hankeosapuolten

laadunvarmistuksen ja toimintojen yhteensovittaminen. Ne ovat yleensä myös liian yleisellä tasolla yksittäisen korjaushankkeen laadunvarmistusta ajatellen. [2, s. 15.]

Laatusuunnitelma määrittelee rakennushankkeen laatukäytännöt, resurssit ja toiminnot, esimerkiksi:

- laadunvarmistustoimenpiteet, kuten katselmukset ja aloituspalaverit
- osapuolten vastuut ja menettelytavat
- toimintoja, joilla varmistetaan rakennushankkeen läpiviennin häiriöttömyys ja sujuvuus
- kiinteistön käyttäjiä koskevat tärkeät asiat. [2, s. 16.]

Laatusuunnitelmaan kootaan hankkeen eri osapuolten laadunvarmistus ja käsitellään osapuolten toimintojen yhteissovittamista. Tämän vuoksi laatusuunnitelmaa kutsutaan myös koordinoivaksi laatusuunnitteluksi. Pienempää laatusuunnitelmaa kutsutaan myös laadunvarmistussuunnitelmaksi.

Laatusuunnitelmassa tulee määrittää täsmällisiä toimenpiteitä, jotta tehtäville voidaan määritellä vastuuhenkilöt ja ajoitukset ja toimenpiteiden ajoitusta voidaan valvoa. Laatusuunnitelmassa ajoitus sidotaan hankkeen tapahtumiin. Laatusuunnitelmalle voidaan asettaa seuraavat tavoitteet:

- suunnitelma on hankekohtainen
- laatusuunnitelma on toimintasuunnitelma, jonka toteuttamista voidaan seurata
- laatusuunnitelma on voitava laatia itsenäisesti, eikä se edellytä laatujärjestelmää
- suunnitelman laatimisella sitoutetaan osapuolet yhteisiin laatutavoitteisiin ja toimintatapoihin
- laatusuunnitelman avulla parannetaan osapuolten yhteistyötä ja tiedonkulkua
- suunnittelussa pyritään varmistamaan lopputuotteen laadun lisäksi hankeprosessin sujuvuus sekä luomaan osapuolille tasapuoliset toimintaedellytykset
- suunnitelmissa tulee aina ottaa huomioon kiinteistön rakennusaikaiset käyttäjät. [2, s. 16.]

Korjaushankkeen laatusuunnitelmissa tulee määritellä menettelytavat ja toimenpiteet, joilla ehkäistään virheiden syntyminen hankkeen eri vaiheiden rajapinnoissa ja kun hankkeeseen tulee uusia osapuolia. Tietojen siirtyminen eri osapuolille tulee varmistaa esimerkiksi katselmuksilla. Samalla voidaan todeta työn tilanne ja hyväksytään aiempi työvaihe tehdyksi. Tärkeimmät hankevaiheiden rajapintojen laadunvarmistukseen kuuluvat asiat ovat:

- Hanke- ja korjaussuunnittelun välillä:
  - rakenne- ja kuntotiedot kohteesta
  - tilaajan tavoitteet kirjattuna hankeohjelmaksi
- Korjaussuunnittelun ja rakentamisen välillä:
  - yksiselitteiset laatuvaatimukset
  - epävarmojen tietojen hallinta ja tarkennusmenettelyt
  - vaatimukset toteutuksen laadunvarmistukselle ja valvonnalle
  - rakennuttajan ja suunnittelijoiden osallistuminen rakentamisen laadunvarmistuksen suunnitteluun
  - suunnitelma- ja muut asiakirjakatselmuksiset rakentamisen aikana
- Rakentamisen ja käytön välillä
  - käyttäjien palvelu rakentamisen aikana
  - käytön ja huollon opastus
  - luovutusaineisto ja huoltokirja
  - palaute teknisestä lopputuloksesta ja hankkeen läpiviennistä. [2, s. 16.]

Yritysten sisäisillä laatusuunnitelmillä pyritään vähentämään virheiden syntymistä omassa toiminnassa ja osoittamaan asiakkaille, kuinka laatu yrityksessä varmistetaan. Suurissa hankkeissa koordinoiva laatusuunnitelma ei korvaa osapuolten omia laatusuunnitelmia, jotka täydentävät ja tarkentavat yhteistyössä laadittua laatusuunnitelmaa. Pienissä hankkeissa yhteistyössä tehty koko hankkeen

laatusuunnitelma voi olla ainoa dokumentoitu laatusuunnitelma, johon voidaan yhdistää myös rakennuttajan projektisuunnitelmaan kuuluvat asiat. [2, s. 16.]

Koska kaikki laadunvarmistuksen ja laadunohjauksen toimenpiteet vaativat resursseja ja aiheuttavat täten kustannuksia tulee ne sovittaa seuraaviin hankkeen erityispiirteisiin:

- rakennustyyppi
- asiakastyypin
- urakka- ja sopimusehdot, urakkamuoto
- hankkeen koko ja vaikeusaste
- muut mahdolliset osapuolet tai yhtäaikaisten korjaukset
- aikataulu ja sen kiireellisyys, rahoitus, kohteen käytön asettamat rajoitukset. [2, s. 17.]

Lopputuloksen laadun kannalta keskeisimmät hankkeen eri osapuolten laadunvarmistustoimenpiteet ovat taulukon 1 mukaisia:

*Taulukko 1. Tekninen laadunvarmistusketju*

| Tekninen laadunvarmistusketju |   |
|-------------------------------|---|
| Tilaaaja/rakennuttaja         | Laatupolitiikan määrittäminen (tavoitetaso)   |
|                               | Kuntotutkijoiden, suunnittelijoiden ja urakoitsijan valinta<br>hankkeen resursointi<br>Hankkeen ohjaus  |
| Suunnittelija                 | Lopputuloksen laatuun vaikuttavien seikkojen tunnistaminen<br>Todettavissa olevien laatuvaatimusten määrittäminen ja kirjaaminen urakka-asiakirjoihin<br>Laadun toteamistavan määrittäminen<br>Laadun alituksen aiheuttamien toimenpiteiden määrittäminen |
| Valvoja/urakoitsija           | Työmaavalvonnan toteuttaminen   |

Rakennuttajan tärkein tehtävä on määritellä lopputulokselle toiminnalliset ja käyttöikään liittyvät laatuvaatimukset. Lisäksi tarjousvaiheessa on määriteltävä toimittajalta edellytettävät laadunvarmistustoimenpiteet sekä laadunvalvonnan puitteet ja organisointi.

Hankesuunnittelun laatua varmistetaan lähtötietokatselmuksella, kuntotutkimuksilla ja kuntotutkimusten tutkimusohjelmalla. Suunnittelun laatua varmistetaan lähtötietokatselmuksella, suunnittelun aloituskokouksella, suunnitteluvaiheen laatusuunnitelmilla, suunnitteluohjeilla ja kokouksilla sekä tarkistuksilla ja katselmuksilla. [2, s. 17.]

Työnaikaisten laadunvalvontaohjelmien tulee olla pääosin toteuttavan osapuolen vastuulla. Rakennustyön laatua voidaan varmistaa mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- määrittämällä suunnitelmissa selkeät vaatimukset korjaustyölle ja työn aikana tarvittaville laadunvarmistusmenetelmille
- pyytämällä tarjouksen yhteydessä urakoitsijalta selvitystä laatupuitteista ja laadunvarmistuksesta
- laatimalla alustava laatusuunnitelma ennen urakkasopimuksien allekirjoittamista
- käymällä laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmenettelyt läpi urakkaneuvotteluissa
- laatimalla työmaan laatusuunnitelma
- pitämällä työn käynnistyessä ja työvaiheiden alussa aloituskatselmuksia
- työn aikaisilla laadunohjaustoimilla: kokeet ja mittaukset, valvonta. [2, s. 17-18.]

Laatupalaverit eli ennakkokokoukset ovat keskeisiä tiedon välityksen ja perillemenon varmistustilaisuuksia. Laatupalavereissa myös sovitaan osapuolten yhteistyöhön liittyvistä seikoista. Laatupalavereja tulisi järjestää ainakin suunnittelun ja työmaavaiheen alussa. Palaveriin osallistuvat suunnitteluvaiheessa rakennuttaja, kuntotutkija ja suunnittelija sekä työmaavaiheessa myös urakoitsijat. Myös käyttäjien edustajan ja tilaajan tulisi osallistua palavereihin. Laatupalavereissa käsitellään mm. seuraavia asioita:

- olemassa olevien tietojen esittely, esimerkiksi kuntotutkimus tai korjaussuunnitelma
- laaturiskien arviointi ja ehkäisevien toimenpiteiden määrittely
- alittavan laadun tapauksissa tehtävien toimenpiteiden esittely
- laadun kannalta kriittiset tehtävät ja tarvittavat laadunvarmistusmenetelmät
- muiden toimenpiteiden, kuten mallien, katselmusten, kokousten jne. määrittely
- tarvittavat viranomaisluvut ja - ilmoitukset
- eri urakoitsijoiden vastuualueet ja laatusuunnitelmat
- hankkeen läpiviennin laatuun liittyvät asiat
- toimenpiteiden seurannan järjestäminen ja valvonta.

Muita laadunvarmistuksen toimenpiteitä ovat mm:

- luovutusvaiheen tarkastus
- vastaanottokatselmus
- takuukatselmukset
- jälkiseuranta. [2, s. 18.]

## 11 Laatusuunnitelma

Hankkeen suunnitteluvaiheen ja työmaan laatusuunnitelmissa esitetään tarpeen mukaan seuraavia asioita. Kullekin toimenpiteelle tulisi suunnitelmassa nimetä vastuutaho ja tarvittaessa myös ajankohta. Suunnitteluvaiheen ja työmaan laatusuunnitelmat voidaan myös yhdistää yhdeksi koko hankkeen laatusuunnitelmaksi. Laatusuunnitelmia voidaan tarvittaessa täydentää hankkeen edetessä. [2, s. 107.]

### *11.1 Hankkeen laatusuunnitelma*

Korjaustyömaan laatusuunnitelmassa esitetään kohteen yleistiedot, rakennushankkeen osapuolet yhteistietoineen ja vastuineen.

Korjaukselle ominaiset laaturiskit käydään läpi. Sovitaan, miten niihin varaudutaan, reagoidaan ja kuka niistä vastaa.

Erikseen käydään läpi:



- lähtötietoihin liittyvät riskit
- suunnitelmaratkaisuihin ja asiakirjoihin liittyvät riskit
- suunnittelun läpivientiin ja yhteistoimintaan liittyvät riskit
- aikatauluun liittyvät riskit
- muut riskit.

Rakennuttaja hoitaa suunnittelun vaiheistusta ja aikataulutusta. Sovitaan suunnittelukokouksista, niiden pääsisällöstä ja osallistujista.

Tarkistetaan suunnittelijoiden omat laatusuunnitelmat ja käydään läpi suunnitteluohjeita. Erikseen sovituissa suunnittelukokouksissa valvotaan:

- tilaajan tarpeen täyttyminen
- ratkaisujen toimivuus ja rakennettavuus
- kustannukset.

Sovitaan tarkentavat tutkimuksista kuten:

- rakentamisaikainen kartoittaminen
- mittaukset ja näytteet
- koekorjaukset ja mallityöt.

Käydään läpi viranomaisten vaatimuksia ja viranomaislupia.

Sovitaan suunnittelumuutosten hallinnasta:

- suunnittelun aikana ja toteutusvaiheessa
- muutoksista tiedottaminen
- muutosten dokumentointi.

Tarkastetaan ja hyväksytään suunnitelmat

Suunnittelualakohtainen tarkastus ja hyväksyntä

- vastuut ja valtuudet.

Suunnitelmien ristiintarkastus

- tarkastustapa ja vaiheistus

Käydään läpi suunnitteluryhmän menettelyt

- tietojenvaihto, tiedottaminen ja suunnitelmien yhteensovitus
- tietojärjestelmien soveltaminen
- suunnitelmien jakeluluettelo
- Sovitaan urakoista ja hankinnoista.
- määrittely, hankinta ja erityisvaatimukset

Sovitaan rakentamiseen ja vastaanottoon liittyvät toimenpiteet.

Suunnittelijoiden tehtävät rakentamis- ja käyttöönottovaiheessa

- tiedonsiirto
- ongelmanratkaisu
- osallistuminen laadunvarmistuksen suunnitteluun
- valvonta, katselmukset.

Rakentamisvaiheessa tarkennettavat epävarmat suunnitelmatiedot

Vaatimukset urakoitsijoiden ammattitaidolle ja laadunvarmistukselle

Sovitaan tiedotus- ja käyttäjäpalveluista

- Suunnittelun aikana: käyttäjien osallistuminen, tiedottaminen, käytön tilapäisjärjestelyt.

Käydään läpi dokumentointi:

- luettelo koottavista laatudokumenteista

Sovitaan palautteen kokoamisesta ja jakamisesta. [2, s. 107.]

### *11.2 Tilaajan muistilista laadunvarmistuksen suhteen*

Kiinteistönpitäjällä/omistajalla on oma tehtävänsä laadunvarmistamisessa. Tärkeimpänä tehtävänä on laatupolitiikan määrittäminen. Tämän lisäksi hankkeen resursointi ja rakennuttajan, kuntotutkijoiden, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden valinta on tärkeää hankkeen laadun varmistamiseksi. Myös hankkeen ohjaus ja tilaajan tahdon ilmaiseminen on tärkeää hankkeen oikean läpiviennin varmistamiseksi.

#### *Rakennuksen teknisen laadun seuranta*

- rakennuksen kunnon jatkuva seuranta ja sitä kautta korjaustarpeen toteaminen
- korjaustarpeen toteamisen jälkeen tarvittaviin toimenpiteisiin ryhtyminen
- vaurion vaikutusten ja etenemisen arviointi.

-

Tässä vaiheessa on hyvin tärkeää reagoida nopeasti ja järjestelmällisesti ongelmiin ja aloittaa niiden selvittäminen.

#### *Tarveselvitysvaiheen tehtävät*

- toimeksiantojen tekeminen, joka sisältää kuntoarvioijien/tutkijoiden valinnan ja sopimuksen teon
- rakennuttajakonsultin valinta ja rakennuttamissopimuksen tekeminen valitun konsultin kanssa
- lähtötietojen kokoaminen ja eteenpäin toimittaminen.

Kiinteistön omistajan vastuulla on myös hankepäättöksen valmistelemine ja itse päätöksen tekeminen. Tämä sisältää toimintavaihtoehtojen ja taloudellisten mahdollisuuksien alustavan selvityksen. Mukaan voi tulla myös erilaiset elinkaaritarkastelut ja lupaedellytysten selvittäminen eri viranomaistahojen kanssa. Korjaushankkeeseen ryhtyvän pitää myös varmistua palkkaamiensa konsulttien ammattitaidosta ja kokemuksesta tehdä sopimuksen mukaisia asiantuntijatehtäviä.

#### *Hankesuunnittelu*

Hankesuunnitteluvaiheessa tilaaja osallistuu erilaisiin käytännön järjestelyihin, jotka sisältävät muun muassa:

- tiedotus käyttäjille
- lisätutkimuksista päättäminen ja niiden tilaaminen
- rahoitusmahdollisuuksien selvittäminen ja rahoituksen järjestely
- korjauksen rahoituksen suunnittelu
- investointipäätöksen tekeminen
- rakentamisajankohdan määrittely yhteistyössä kiinteistön käyttäjien kanssa

Lopuksi tilaaja hyväksyy hankeohjelman, joka sisältää seuraavat asiat:

- korjauksen sisältö ja laajuus

- toteutusaikataulu ja toteutustapa
- hankkeen organisointi
- tavoitehinta
- rahoitussuunnitelma.

Tämän jälkeen tilaaja tekee päätöksen korjaussuunnittelun aloittamisesta ja informoi siitä tilojen käyttäjää.

### *Korjaussuunnittelu*

Korjaussuunnitteluvaiheessa tilaaja tai tilaajan edustajana toimiva rakennuttajakonsultti tekee sopimukset tarvittavien suunnittelijoiden kanssa ja varmistaa heidän pätevyytensä. Tilaajan vastuulla on suunnittelun ohjaus ja valintapäätösten tekeminen sekä myös erilaisten ohjeiden antaminen työturvallisuudesta ja käyttäjien huomioimisesta projektin aikana. Tilaajan pitää myös varmistaa se, että suunnittelijoilla on tarvittavat resurssit kunnolliseen suunnittelutyöhön. Lopuksi tilaaja valitsee korjausratkaisun ja hyväksyy sen toteutettavaksi.

### *Rakentamisen valmistelu*

Rakentamisen valmistelussa tilaaja hyväksyy hankkeen toteutusmuodon ja kustannustason sekä tekee rakentamispäätöksen. Urakoitsijan valinnan jälkeen tilaaja tekee urakkasopimuksen urakoitsijan kanssa ja urakkaneuvotteluissa laaditaan rakentamisaikataulu ja lopuksi tilaaja informoi käyttäjiä rakentamisen aloittamisesta.

### *Rakentamisvaihe*

Rakentamisvaiheessa tilaajan on hyvä osallistua työmaakokouksiin saadakseen tietoa rakentamisen etenemisestä. Tilaajan velvollisuuksiin kuuluu myös maksupostien hoitaminen rakennusaikataulun mukaisesti sekä tarvittavien tilapäisjärjestelyjen toteuttaminen käyttäjille.

Työnaikaisten muutosten hallinta on hyvin tärkeää aikataulun ja kustannustavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä pitää sisällään:

- lisätutkimusten ja muutosten tekeminen
- muutosten hyväksyminen

- muutosten vaikutus aikatauluun ja urakkahintaan.
- 

### *Luovutus/vastaanotto*

Luovutusvaiheessa tilaaja ottaa vastaan urakan ja luovuttaa tilat käyttäjille. Urakka voidaan ottaa vastaan ns. puutteineen, jolloin urakoitsija on velvollinen korjaamaan havaitut puutteet sovitun aikataulun mukaisesti. Tässä vaiheessa pitää myös sopia omistajan, kiinteistöhuollon ja tilojen käyttäjien koulutuksesta ja opastamisesta. Tämä sisältää koneiden ja laitteiden käytön ja huollon. Samalla sovitaan korjattujen tilojen seurannasta ja sen toteuttamisesta. Käsitellään myös sitä, miten kosteusvaurioiden uusiminen ehkäistään tulevaisuudessa. Jälkiseurannan suunnittelussa pitää sopia, miten jälkiseuranta tehdään ja kuka sen tekee. Valvotaan, että urakoitsija tekee huoltokirjaan tarvittavat muutokset ja päivittää ja jakaa huolto- ja käyttöohjeet.

### *Käyttövaihe*

Tilaaja seuraa, että takuuajan toimenpiteet tullaan tekemään.

- takuutarkastusten ja katselmusten järjesteleminen
- takuukorjausten tarkastelu
- takuuajan velvollisuuksien hyväksyminen suoritetuiksi.

Tilaa tekee sopimuksen kiinteistöhuollosta sekä valvoo sen toteutumista. Samalla luodaan tai päivitetään kiinteistön kunnon seurantajärjestelmät. Tilaaja huolehtii myös kiinteistön huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden dokumentoinnista.

## 12 Yhteenveto

Opinnäytetyössä käydään läpi prosessi kuinka sisäilmaongelmia ennaltaehkäistään, havaitaan ja korjataan. Opinnäytetyössä huomataan, että ylläpidon rooli ja rakennuksen käyttäjien ja ylläpidon yhteistoiminta on äärimmäisen tärkeää sisäilmaongelmien havaitsemisessa. Opinnäytetyössä huomataan myös, että ongelmien löydyttyä on tärkeää käynnistää järjestelmällisiä toimenpiteitä, joilla ongelman laajuus saadaan selvitettyä.

Tämän jälkeen tarpeen vaatiessa aletaan suunnitella korjaustoimenpiteitä. Pienimmät korjaukset voidaan tehdä normaalin ylläpitotoiminnan ohessa mutta suurempien ongelmien kohdalla kannattaa harkita hankkeen perustamista.

Hankkeen läpivieminen vaatii osaavaa henkilöstöä ja rakennuksen omistajan kannattaa useimmiten palkata asiansa osaava rakennuttaja hoitamaan hankkeen läpivientiä. Rakentamisen laatu ja sen järjestelmällinen seuraaminen takaa hyvän lopputuloksen, joten laatuun ja laatusuunnitelmiin kannattaa panostaa koko rakentamisprosessin ajan. Hankkeen päätyttyä kaikki tarpeellinen materiaali pitää kerätä huoltokirjaa ja rakennuksen käyttäjille ja kiinteistöhuollosta vastaaville pitää järjestää tarvittava koulutus uusiin kiinteistöjärjestelmiin yms.

## 13 Lähteet

- 1 Asikainen, Vesa. (toim.) 2008. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen osa 1. Vammalan kirjapaino OY
- 2 Torikka, Kirsi. Hyypäläinen. Tarja. Mattila, Jussi. Lindberg, Ralf. 1999. Kosteusvauriokorjausten laadunvarmistus. Helsingin kaupungin Rakennusviraston HKR-Rakennuttajan julkaisu
- 3 kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. 1997. Ympäristöministeriö. Helsinki
- 4 RIL 250–2011.7.3.2011. Luonnos
- 5 Julkisivuyhdistyksen verkkosivu,  
[http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/images/stories/File/jy\\_palstat/JY-palsta%20joulukuu%202008.pdf](http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/images/stories/File/jy_palstat/JY-palsta%20joulukuu%202008.pdf) Luettu 28.7.2011
6. Rakentajayhdistyksen verkkopalvelu,  
<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/Suorakanava/keskustelukanava/keskusteludetail.asp?id=7043> Luettu 28.7.2011
- 7 Valtion ympäristöhallinnon verkkosivu,  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20650&lan=fi> Luettu 1.8.2011
- 8 Sisäilmayhdistyksen verkkosivu,  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/ongelmien\\_tutkiminen/muut\\_sisa\\_ilmatutkimukset/kemialliset](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/ongelmien_tutkiminen/muut_sisa_ilmatutkimukset/kemialliset) luettu 1.9.2011